<36607049320018

S

<36607049320018

Bayer. Staatsbibliothek

Phys Sp. 492. 416. (2

Physica. De atmosphæra & de meteoris in genere — 438.

J. A. de Luc

Bürgers von Genf, und Correspondenten der königl.
Akademien zu Paris und Montpellier

Untersuchungen

über die

Atmosphäre

und die

zu Abmessung ihrer Veränderungen dienlichen

Werkzeuge.

aus dem Französischen übersetzt,

Bibliotheca M. G. Niedersachsensium

Zweyter Theil.

Dedit RR. AA. Ignatius II. Abbas 1797.

Sunt aliquot quoque res, quarum unam discere causam
Non satis est — — — —

Lucret. de nat. rer. L. VI.

Leipzig,
in der J. C. Müllerischen Buch- und Kunsthandlung
1778.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Innhalt

der im zweyten Theile enthaltenen Capitel, und ihrer Abschnitte.

Dritte Abtheilung.

Vorbereitungen zu neuen Versuchen mit dem Barometer.

Erstes Capitel.

Beschreibung der Werkzeuge, welche bey den Beobachtungen gebraucht worden sind. S. 1

Erster Versuch, das Queckſilber im Barometer einzuschließen. 2

Zweyter Versuch. 5

Reisebarometer. 7

Beschreibung eines Hahns zum Reisebarometer. 10

Von der Verbindung des Hahns mit den beyden Barometerröhren. 17

Von der Wahl der Röhren. 22

Gebrauch des Hahns. 24

Beschreibung einiger andern Theile des Barometers. 26

Scale des Barometers. 28

Innhalt.

Mittel, die schädlichen Folgen der Verdichtung des Queckſilbers, wenn es im Barometer verſchloßen iſt, zu vermeiden, oder ihnen wieder abzuhelfen. S. 30

Von den am Reiſebarometer befindlichen Thermometern. 35

Beſchreibung des Bleyloths. 44

Nöthige Vorſicht beym Gebrauch dieſes Barometers. 48

Stativ zur bequemen Stellung an jedem Orte der Beobachtung. 52

Zweytes Capitel.

Meſſung der Höhen auf welchen die Beobachtungen angeſtellt werden ſollten. 59

Meſſung von funfzehn Standpunkten auf dem Berge Saleve. 50

Höhenmeſſungen mit der Schnur. 64

Innhalt.

Vierte Abtheilung.

Beobachtungen und Untersuchungen über die Mittel, die Dichte der Luft zu jeder Zeit und an jedem Orte zu erfahren, und ihre Kenntniß auf die Höhenmessungen mit dem Barometer anzuwenden.

Erstes Capitel.

Wirkungen, welche die Veränderung der Wärme der Luft auf den Barometerstand in verschiednen Höhen hervorbringt. S. 66

Zweytes Capitel.

Warum die gemeinen Thermometer den Grad der Wärme der von der Sonne erhitzten Luft nicht genau angeben, und wie man sie zu dieser Absicht geschickt machen könne. 76

Drittes Capitel.

Untersuchungen über das Gesetz der Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, und durch die Verminderung des senkrechten Drucks ihrer Theile auf einander. Allgemeine Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer, welche sich auf dieses Gesetz gründet. 83

Innhalt.

Erster Versuch, die Wirkung der Wärme auf den Druck der Luft besonders zu bestimmen. S. 84

Zweyter Versuch die Wirkung der Wärme auf die Dichte der Luft zu entdecken. Einfluß der Barometer-veränderungen an einerley Orte. 87

Von den Gründen der harmonischen Reihe, und ihrer Uebereinstimmung mit den Logarithmen bey Höhenmessungen mit dem Barometer. 93

Gründe der Rechnungen, welche sich aus dem Gesetz der Verdichtungen der Luft herleiten lassen. 98

Dritter Versuch. Untersuchung der Temperatur der Luft, für welche die Logarithmen die Höhe ohne weitere Berichtigung geben. 125

Vierter Versuch. Besondere Ausnahme bey Beobachtungen, die gegen Aufgang der Sonne gemacht sind. 128

Besondere Wirkung der Wärme an einigen Orten. 142

Viertes Capitel.

Wiederholung der vornehmsten Bedingungen, welche zu Höhenmessungen mit dem Barometer erfordert werden. 147

Fünftes Capitel.

Barometerbeobachtungen auf dem Berge Saleve. 152

Innhalt.

Erklärung der in den Tafeln enthaltenen Columnen. S. 153

Sechstes Capitel.

Neue Anwendungen der vorhergehenden Regeln. 229

Beobachtungen auf dem Glockenthurme der Genfer Hauptkirche zu St. Peter. ebend.

Beobachtungen zu Supergue, einer Kirche auf dem Gipfel des Berges bey Turin. 231

— auf dem Glockenthurme der Johanniskirche zu Turin. 233

— auf dem Leuchtthurme in Genua. 235

— auf der Dole, einem Berge in Pays-de-Vaud. 283

— auf den Bergen bey Sirt. 243

Bestimmung der Höhe des Genfersees über die Meeresfläche durch das Barometer. 247

Siebentes Capitel.

Allgemeine Folgen aus den am Ufer des Meers gemachten Beobachtungen. 254

Achtes Capitel.

Schwierigkeiten, welche bey der Höhenmessung mit dem Barometer noch übrig bleiben: besonders in Absicht auf die genaue Bestimmung der Wirkungen der Wärme auf die Dichte der Luft. 258

Innhalt.

Neuntes Capitel.

Versuch über die Hauptursache der Barometerveränderungen an einerley Orte: ihr Einfluß auf die Beobachtungen des Barometers zu Höhenmessungen. Erklärung der vornehmsten Erscheinungen, die diese Veränderungen begleiten. S. 270

Beweise, daß die Luft schwerer sey, als die Dünste. 277

Hauptursache der Barometerveränderungen. 298

Erklärung der Erscheinungen, die mit den Barometerveränderungen in Verbindung stehen. 312

Untersuchung, welche man noch anzustellen hat, um die Höhenmessungen durch die Kenntniß der Wirkungen der Dünste auf die Luft zu verbessern. 324

Zehntes Capitel.

Einige Mittel, bey den Höhenmessungen mit dem Barometer die Fehler zu vermeiden, welche aus den vorherangezeigten Ursachen dabey entstehen können. 327

Eilftes Capitel.

Vom Nivelliren der Strassen, und Bestimmung der Höhe der Städte durch das Barometer. Beyspiele von Messungen dieser Art. 330

Nivel-

Innhalt.

Nivellirung des Weges von Genf nach Turin, durch auf einander folgende Beobachtungen. S. 334
— von Genf nach Turin und Genua, durch übereinstimmende Beobachtungen mit andern zu Genf. 335
— von Genf nach Motier-Travers und Neufchatel. 337
— von Genf nach Bern. 339
— von Genf nach Beaucaire durch die Dauphiné. 340
Nivellirung des Laufs der Rhone von Genf bis an das mittelländische Meer. 342
Höhen der bekanntesten Orte auf dem Berge Saleve. 343
Höhen der Berge bey Sixt in Faucigny. 344

Zwölftes Capitel.

Verbindung der Wasserwage und des Winkelmessers mit dem Barometer zu Höhenmessungen. Messung des Mont-blanc in den Alpen von Faucigny. 348

Dreyzehntes Capitel.

Barometerbeobachtungen des Herrn Bouguer in Peru, und des Herrn Abt de la Caille auf dem Borgebirge der guten Hofnung, welche zeigen, daß die Ausdehnungen der Luft in allen Höhen und unter allen

Him-

Innhalt.

Himmelsstrichen einerley Gesetzen folgen. S. 353
Anwendung der obigen Regeln auf die Beobachtungen des Herrn Bouguer in Peru. 354
Anwendung eben dieser Regeln auf die Beobachtungen des Herrn Abt de la Caille auf dem Vorgebirge der guten Hofnung. 364

Fünfte Abtheilung.

Allgemeine Betrachtungen über den Nutzen der Barometerbeobachtungen.

Einleitung. 370

Erstes Capitel.

Mittel, die jedesmahlige eigenthümliche Schwere der Luft zu bestimmen. 371

Zweytes Capitel.

Anwendung der Höhenmessung mit dem Barometer auf die Bestimmung der ganzen Höhe der Atmosphäre. Versuch über die Atmosphären überhaupt. 376

Drittes Capitel.

Anwendung dieser Grundsätze auf die Veränderungen der Strahlenbrechung durch die Veränderung des Zustands der Luft. 384

Von

Innhalt.

Von dem Theile der Atmosphäre, von dem die Größe der Strahlenbrechung abhängt. S. 385
Bemerkungen über die Versuche der Herren de la Caille und Mayer. 388
Versuch über die Veränderungen, die man mit den mittlern Strahlenbrechungen nach Maßgabe des verschiednen Zustandes der Luft vorzunehmen hat. 392

Untersuchungen über den verschiednen Grad der Wärme des siedenden Wassers

Anhang zu dem II. Capitel der zweyten Abtheilung nebst der Geschichte einiger Reisen auf die Berge von Faucigny.

Erstes Capitel.

Veranlassung zu diesen neuen Untersuchungen. 419

Zweytes Capitel.

Beschreibung der dabey gebrauchten Werkzeuge. 427

Drittes Capitel.

Bemerkungen über den Grad der Genauigkeit, der sich bey Bestimmung der Wärme des siedenden Wassers erwarten läßt. Wahl eines sehr hohen Orts zu dieser Beobachtung. 437

Viertes Capitel.

Beschreibung einiger Reisen auf die Gebirge bey Sixt in Faucigny. 442

Fünf

Innhalt.

Fünftes Capitel.

Erste Untersuchungen über die Ursache des beschleunigten Abnehmens der Wärme des siedenden Wassers, im Vergleich mit den Barometerfällen. S. 501

Sechstes Capitel.

Untersuchung des Gesetzes, dem die Verminderungen der Wärme des siedenden Wassers folgen, wenn die Barometerhöhe um gleiche Grösen abnimmt. Anwendung dieses Gesetzes auf die Berichtigung des Thermometers. 507

Berichtigung des Siedpunkts am Thermometer. 516

Siebentes Capitel.

Erste Gedanken über die physischen Ursachen des Gesetzes, nach welchen die Wärme des siedenden Wassers im Vergleich mit dem Fallen des Barometers abnimmt, auf meinen ersten Versuch gegründet. 519

Achtes Capitel.

Versuche, um den zum Sieden des Wassers nöthigen Grad der Wärme zu bestimmen. 535

Neuntes Capitel.

Erste Gedanken über die Wirkung der Luft und der Dünste auf das sich erwär-

wärmende Wasser, und die Ursache des Siedens. S. 546

Zehntes Capitel.
Versuche, um den Grad der Wärme zu bestimmen, den die erste Schicht des siedenden Wassers erhält, wenn sie verschiednen Druck erleidet. 557

Eilftes Capitel.
Untersuchung der Gesetze, denen der gleichzeitige Anwachs und Verlust der Wärme folgen, wenn das Wasser bey verschiednen Barometerhöhen kocht. Anwendung auf die Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers, und einige andere Erscheinungen. 595

Zwölftes Capitel.
Untersuchung des Gesetzes, nach welchem sich bey veränderter Wärme das Volumen des Queckſilbers ändert. 609

Dreyzehntes Capitel.
Anwendung der Regeln des vorigen Capitels auf die mit dem Queckſilberthermometer angestellten Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers. 633

Vierzehntes Capitel.
Untersuchung einiger Schwierigkeiten, bey Anwendung der bisherigen Theorie auf die Erfahrung. 640

Funf-

Innhalt.

Funfzehntes Capitel.

Untersuchung der Einwürfe, die man aus der Natur der Gesetze herleiten könnte, die ich den bisher untersuchten Ursachen zuschreibe, Allgemeine Betrachtungen über dergleichen Einwürfe. S. 647

Zusätze. I. zu §. 837 aus Herrn Prof. Lichtenbergs Anm. zu Mayeri Opp. ined., das Thermometer des Herrn Mayer betreffend. 658

II. zu §. 1146. Prüfung des von Herrn le Sage vorgeschlagnen Gesetzes für fallende Körper von A. G. Kästner. 660

Verbesserungen.

S. 53. Z. 14. statt vierten l. fünften.
— Z. 16. — zweyten — dritten Tafel.

Dritte Abtheilung.

Vorbereitungen zu neuen Versuchen mit dem Barometer.

Erstes Capitel.

Beschreibung der Werkzeuge, welche bey den Beobachtungen gebraucht worden sind.

Ich glaube bewiesen zu haben, daß die bisher über den **Druck der Luft** angestellten Versuche weder genaue, noch übereinstimmende Resultate geben konnten, weil die dabey gebrauchten Werkzeuge fehlerhaft waren. Es läßt sich daher keine von den bisher angegebnen Regeln für die Höhenmessungen mit dem Barometer als allgemein ansehen, weil sie alle nur einige einzelne Fälle ausdrücken, wie man dieses in der Folge noch deutlicher sehen wird. Da aber der Mangel an guten Werkzeugen die vornehm-

ste Ursache der begangenen Fehler ist, welche bey den Naturforschern gegen alles, was diese Materie anbetrift, ein Mißtrauen erweckt haben, so darf ich kein Zutrauen von ihnen fordern, ohne die Vorsicht, die ich angewendet habe, um mich für allen Fehlern zu sichern, umständlich zu erklären.

Dieses erfordert einige Weitläufigkeit in Beschreibung meiner Werkzeuge, von der ich jedoch hoffe, daß sie die Liebhaber nicht für überflüßig halten werden. Nichts ist vielleicht dem Fortgange der Naturlehre schädlicher, als nachläßig und obenhin beschriebne Versuche. Wer genau in seinen Beschreibungen verfahren will, muß sich nicht mit ungewissen Resultaten begnügen, er muß seine Versuche wiederholen, und sich selbsten genugthun, um andere nicht in Irrthum, oder Zweifel zu führen. Ich will also dieser Genauigkeit wegen einige Weitläufigkeit nicht scheuen, und den Anfang mit der Beschreibung zweyer Reisebarometer machen. Man wird daraus Eigenschaften des Queckſilbers kennen lernen, welche man bisher noch nicht beobachtet hat.

Erster Versuch, das Queckſilber im Barometer einzuschliessen.

460 Die erste Figur der dritten Tafel stellt eine elfenbeinerne Büchse vor, in deren Hohlung sich verschiedne Stücke befinden. Diese Büchse war das Queckſilberbehältniß des Barometers. Durch eine viereckigte mit einer Glasscheibe versehene Oefnung konnte man die Höhe des Queckſilbers beobachten. Man sieht in der Figur einen Theil dieser Oefnung an der Vorderseite der Büchse; weil sie aber nicht

groß

groß genug war, um das innere ganz zu übersehen, so habe ich sie so vorgestellet, als ob an der Seite und unter der Oefnung ein Stück aus der Büchse geschnitten wäre.

Der Boden der Büchse hatte ein rundes Loch, durch welches eine elfenbeinerne Röhre gieng: in dieser Röhre steckte das ofne Ende des kürzern Schenkels der Glasröhre, welche dadurch mit dem Behältnisse zusammenhieng. Der Deckel der Büchse ließ sich fest anschrauben; er hatte eine Oefnung, durch welche man, wenn es nöthig war, Queckſilber einfüllen konnte. Diese Oefnung ward, wenn das Barometer nicht gebraucht wurde, mit einem stählernen Stöpsel verschlossen.

Auf die Glasscheibe war eine kleine Scale von einer Linie gezeichnet, welche die Höhe des Queckſilbers im Behältnisse anzeigte. Wenn man bey einer bevorstehenden Reise das Queckſilber in die Röhre gebracht hatte, konnte man das überflüßige ablaufen lassen, indem man einen im Boden der Büchse befindlichen Stöpsel herauszog.

Das untere sehr glatt abgeschnittene Ende der Glasröhre gieng, wie ich schon gesagt habe, durch den kleinen Cylinder von Elfenbein, und endigte sich genau in der Ebne des Bodens der Büchse. Auf die Oefnung passete eine stählerne Klappe, welche unten mit dünnem Leder überzogen war, und durch eine am obern Theile der Büchse befestigte Feder niedergedrückt wurde. Die Klappe ward durch einen an der Seite der Büchse befindlichen Wirbel aufgehoben, dessen durch das Reiben in der Oefnung verursachter Wiederstand hinreichend war, die Feder zurückzu-

halten. An der dem Charnier entgegenstehenden Seite hatte die Klappe einen Hacken, woran ein kleiner Stift befestiget war, der in dem Elfenbein steckte, damit sie sich nicht seitwärts bewegen konnte; daß also die Erhöhung, die sich an dem auf der Oefnung zusammengedrückten Leder bildete, stets auf einerley Art auflag, und statt eines Stöpsels diente.

Wenn man das Barometer beobachten wollte, so ward die Klappe geöfnet: wollte man es aber von einem Orte zum andern bringen, so neigte man die Röhre, und ließ das Queckſilber wieder in dieselbe zurücklaufen: hierauf ließ man den Wirbel nach, wodurch die Klappe niedergieng, und von der Feder stark genug gegen das Loch gedrückt wurde, um das Queckſilber in der Röhre zurückzuhalten.

461. Diese Maschine that anfänglich sehr gute Dienste: aber in kurzer Zeit zerbrach die Feder. Ich setzte eine neue an ihre Stelle; aber diese und alle folgenden bis auf die sechste hatten das nemliche Schicksal. Vielleicht hätte ich die wahre Ursache davon nicht errathen, weil ich es immer der schlechten Beschaffenheit des Stahles zuschrieb, wenn nicht zum Glück die letzte Feder zu einer Zeit wäre gemacht worden, da mir meine Beschäftigungen nicht erlaubten, mich von Hause zu entfernen, daher denn das Behältniß eine Zeitlang leer von Queckſilber blieb. Diese Feder that sehr gute Dienste, und ich glaubte meinen Zweck erreicht zu haben; allein sobald ich von der Maschine wircklichen Gebrauch gemacht, und zu dem Ende Queckſilber in die elfenbeinerne Büchse gelassen hatte, zerbrach auch diese Feder. Nun fieng ich an zu muthmassen, daß das Queckſilber die Ursache dieser Zufälle seyn möchte. Ich bemerkte, daß alle

mei-

meine Federn an solchen Stellen zerbrochen waren, welche das Queckſilber während der Beobachtungen bedeckt hatte, ich unterſuchte die ſechſte auf dem Bruche, und fand, daß ſich Queckſilber daran gehangen hatte. Ich glaube alſo, daß man Federn, die im Queckſilber ſtehen, nicht ſtark ſpannen dürfe, wenn ſie nicht zerbrechen ſollen.

Zweyter Verſuch, das Queckſilber im Barometer einzuſchlieſſen.

462. Da ich mich alſo auf die Federn nicht mehr verlaſſen durfte, ſo muſte ich die Klappe durch andere Mittel anzudrücken ſuchen. Ich bediente mich alſo der Taf. III. Fig. 2. vorgeſtellten Maſchine. Ihre äuſſere Beſchaffenheit iſt mit der vorhin beſchriebnen einerley; auch iſt die Klappe beynahe ebendieſelbe, nur daß ſie etwas ſtärker iſt, und eine andere Lage hat. Dieſe Klappe ſucht ſich ſtets offen zu erhalten, indem ſie durch eine kreisförmig gebogne Feder getrieben wird, welche auf zween Stützen ruhet, und an den Seiten des Charniers mit zwoen Schrauben befeſtiget iſt. An der den Stützen entgegen geſetzten Seite hat dieſe Feder eine Art von niederwärts gebogner Handhabe, welche unter den Hacken der Klappe geht. Ich hatte dieſe Einrichtung deswegen gewählt, damit die Feder, wenn ſie geſpannt war, d. i. wenn ſich das Queckſilber ganz in der Barometerröhre befand, und die Klappe geſchloſſen war, nicht in dem Queckſilber ſtehen ſollte.

An die Stelle des ſtählernen Wirbels, der die Klappe (Fig. 1.) erhob, ſetzte ich einen andern faſt ähnlichen Wirbel. Dieſer hatte an ſeinem innern

Ende ein Stück einer stählernen Platte, dessen Umriß ein Theil einer Spirallinie war. Der Wirbel stand gerade über der Klappe in einer Richtung, die mit der durch das Charnier und den Hacken gezognen Linie rechte Winkel machte, und die Ebne der stählernen Platte gieng durch eben diese Linie.

Nun ist es leicht, sich den Gebrauch dieser Maschine vorzustellen. Wenn sie in der Fig. 2. angegebnen Stellung ist, so ist die Klappe verschlossen. Wenn man aber den Wirbel auf die gehörige Seite herumdrehet, so kommen nach und nach an die Klappe Theile der krummen Linie, welche dem Mittelpunkte näher sind, so daß die Feder die Klappe erheben kann. Diese Maschine wirkt also nach Art des Keils, und drückt die Klappe so stark an, daß ich, um die Wirkung ihres Widerstandes zu verhindern, den Wirbel mit einem viereckigten Stück Elfenbein habe umgeben müssen, welches fest in die Büchse eingefüget war.

463. Dieses Barometers bediente ich mich zu meinen ersten Versuchen, aber ich fand es einem Fehler unterworfen, den ich nicht sogleich bey seiner Verfertigung hatte bemerken können. Alles nemlich was an demselben von Stahl war, rostete, sobald es auch nur ein wenig im Queckſilber stand (*a*); und dieser Rost verunreinigte das Queckſilber so sehr, daß sich die Ränder desselben nicht mehr genau genug abschnitten, um seine Höhe im Behältnisse richtig anzuzeigen. Nach dieser zwoten Probe sahe ich mich also gezwun-

(*a*) Eben diese Bemerkung findet sich in einer oben (128) erwähnten Abhandlung des Dr. Liſter.

gezwungen, alles Metall bey der Verschliessung des Queckſilbers im Barometer zu vermeiden. Inzwiſchen habe ich es für nützlich gehalten, dieſe zween Verſuche zu erzählen, um denjenigen den Verluſt ihrer Mühe zu erſparen, welche etwa ein Mittel von dieſer Art gebrauchen, oder eine andere ähnliche Maſchine verfertigen wollen.

Reiſebarometer.

Ich hatte die Abſicht, die ſtählernen Theile meines zweyten Barometers mit einem Firniß zu überziehen, um ſie für dem Roſte zu verwahren, als mir meine Verſuche zeigten, daß die Behältniſſe überhaupt die Gleichförmigkeit der Queckſilberhöhen verhinderten. Ich gieng alſo gänzlich von dieſer Einrichtung ab, um eine andere zu ſuchen, welche für eine bloße gebogne Röhre ſchicklich wäre. Meine Abſicht gelang mir, und dieſes dritte Barometer, mit welchem ich meine vornehmſten Beobachtungen gemacht habe, beſteht ſeit zwölf Jahren, ohne daß ich an demſelben den geringſten Fehler wahrgenommen hätte. Dieſes will ich nun mit allen dazu gehörigen Stücken beſchreiben. Ich habe es in der 3ten Figur der III Tafel vorgeſtellt, auf welcher alle ſeine Theile nach einem verjüngten Maaßſtabe entworfen ſind, und ihre wahre Größe erhalten, wenn man die Maaße der Figur dreymal nimmt.

464. Das Futteral, in welchem es enthalten iſt, beſteht aus einem Stücke **Tannenholz**, deſſen Fibern dicht und geradlinicht ſind. Ich habe ſchon Gelegenheit gehabt zu bemerken, daß auf das **Tannenholz** der Länge nach genommen Wärme und

Feuchtigkeit den geringsten Einfluß haben. Der Boden dieses Futterals, an welchem die Barometerröhre liegt, ist einen Zoll stark, theils der Festigkeit wegen, theils um verschiedne Stücken darein einpassen zu können. Die Seitenwände sind ohngefehr 5 Linien stark, und durch Schrauben an das Bodenstück befestiget, damit man sie, wenn es nöthig ist, abnehmen könne. Die Stücken, welche das Futteral oben und unten verschliessen, sind eben so stark, und beyde mit ledernen mit Baumwolle ausgestopften Küssen versehen, damit das Barometer keinen Schaden durch Stoßen leide. Die Thüre ist 4 Linien stark: sie geht in dreyen Charnieren, und wird mit dreyen Hacken verschlossen. Sie dient, nicht allein die ganze Maschine zu verschliessen, sondern auch zu verhindern, daß sie sich nicht durch Näsſe und Hitze, denen sie oft ausgesetzt werden muß, krümme.

Durch das obere Küssen geht eine Schleife, an welcher man die Maschine aufhängen kann. Ich habe die Schleife aus einer Darmsayte gemacht. Diese nutzt sich eben so wenig, als das Metall, ab, und ist demselben noch deswegen vorzuziehen, weil sie besser an den Nagel an welchem man die Maschine aufhänget, anschließt.

465. Die Barometerröhre selbst besteht aus zweyen Schenkeln. Der eine ist, die untere Krümmung ungerechnet, 34 Zoll, der andere 8 Zoll lang: beyde sind durch einen Hahn mit einander verbunden.

Da die Barometer, die man auf Bergen gebrauchen will, vielen Zufällen unterworfen sind, so muß man zu ihrer Erhaltung viele Vorsicht anwenden. Vornehmlich muß man die Röhre so befestigen, daß

sie durch das unvermeidliche Schütteln und Stoßen nicht loßgemacht werden kann. Ich bediene mich dazu folgender Mittel, deren Vorzüge ich durch Zufälle und mit Vorsatz angestellte Versuche habe kennen lernen.

Ich schneide in den Boden des Futterals eine Rinne ein, welche so breit ist, daß die Röhre genau hineinpasset, wenn sie mit einem starken Papiere umwickelt ist, und deren Tiefe der Breite gleichkömmt. Diese Rinne muß man mit dem **Kehlhobel** abstossen, damit die Ränder gerad und scharf werden, und sich die Theilungen genau an die Röhre anbringen lassen.

Der **Boden des Futterals** ist mit saubern Papiere überzogen, auf welches man die Theilungen zeichnet. Dieses Papier, welches stark seyn muß, dient zugleich, die Röhre festzuhalten. In dieser Absicht bestreicht man die Seite des Papiers, welche auf das Holz kommen soll, mit Leim, streicht es auf demselben auseinander, und drückt es an dem breitesten Theile des Bodens fest auf. Auf dem andern schmälern Theile kan man es zwar ebenfalls andrücken, doch nicht so fest, damit es noch an dem Holze hinglitschen könne. Alsdann muß man die Röhre auf die Rinne legen, und sie genau bis an ihre Helfte hineindrücken: überschritte man diese Grenze, so würden die Theilungslinien nicht mehr bis ganz an die Röhre gehen. Durch dieses Eindrücken zieht sich das Papier mit in die Rinne, und schließt sich darinnen genau an die Röhre an. Um aber die Röhre in der Rinne zu erhalten, nehme ich Kupferdrat, welcher mit Seide übersponnen ist, und dessen Enden ich fest zusammendrehe, welches seiner Biegsamkeit wegen wohl angeht, ohne das Glas zu beschädigen.

Diese Einrichtung hat den Vortheil, daß, wenn das Futteral auf den Boden fällt, alle Theile der Röhre gleichförmig auf das Papier drücken, wodurch ihre Bewegung zu gleicher Zeit aufgehalten wird, so daß sie sich nicht von einander zu trennen streben. Auch verhindert das Papier beym Vorwärtsfallen das Zittern des Glases, und da die Befestigungen von Kupferdrat nicht weit von einander abstehen, so müste der Stoß sehr heftig seyn, wenn die Röhre davon zerbrechen sollte.

Beschreibung eines Hahns zum Reisebarometer.

466. Das Barometer besteht, wie ich schon gesagt habe, aus zwoen Röhren, welche durch einen Hahn mit einander verbunden sind. Dieser vertritt die Stelle der Fig. 1 und 2 beschriebenen Vorrichtungen; er dient nemlich, das Queckſilber im Barometer einzuschließen, wenn man es von einem Orte zum andern bringen will.

Ich glaubte anfänglich, ein wohlgearbeiter Hahn von Elfenbein werde hinreichend seyn, das Auslaufen des Queckſilbers zu verhindern, und da ich nichts vernachläßigen wollte, denselben so vollkommen als möglich, zu haben, so bestellte ich ihn bey einem sehr geschickten Pariser Drechsler. Ich erhielt von ihm um einen hohen Preis zween dergleichen Hähne, an denen in Absicht auf die Arbeit nichts auszusetzen war; inzwischen ließen doch beyde bey dem geringsten Stoße an das Barometer das Queckſilber durchlaufen.

467. Ich sahe hieraus, daß ich das innere Stück des Hahns aus einer Materie machen müsse, welche sich zusammendrücken ließe, und alle Ungleichheiten der Oefnung ausfüllete. Der Kork schien mir dazu am dienlichsten, und ich werde bald anzeigen, wie es mir gelungen sey, ihm die gehörige Gestalt zu geben.

Die vierte Figur stellt den **Hahn** zum Theil auseinandergenommen, und in seiner natürlichen Größe vor. Er besteht aus zween kleinen Cylindern von Elfenbein a, b, durch welche der Länge nach eine cylindrische Oefnung geht, deren Durchmesser so groß ist, daß sich die Glasröhre ganz leicht durchschieben läst, und einem viereckigten Stück Elfenbein c, das man hier von der Seite, Fig. 3 aber von forne siehet. Dieses Stück ist 13 Linien lang, eben so breit, und 9 Linien stark. Man bohret darinnen zween Gänge aus, der eine nimmt seinen Anfang mitten in der viereckigten Vorderseite, und geht durch das ganze Stück seiner Dicke nach hindurch: er hat 8 Linien im Durchmesser, und dient, den **Schlüssel** f, d, e, in sich zu nehmen. Der andere geht der Länge nach hindurch, und sein Durchmesser muß dem innern Durchmesser der Röhre gleich seyn. An den beyden Enden dieses Ganges läst man an dem elfenbeinernen Stücke selbst zween Röhren stehen, welche 3 Linien lang sind, und sehr genau in die Oefnungen der vorhingedachten kleinen Cylinder passen müssen. Man sieht diese kleinen Röhren in der Figur bey h und i, den cylindrischen Oefnungen, in welche sie passen müssen, gegen über.

Das wesentlichste Stück des **Hahns** ist der **Schlüssel**, durch welchen man den Zusammenhang

der

der beyden Glasröhren öfnen oder verschliessen kann. Dieser besteht aus **Kork** und **Elfenbein.** Der Kork geht durch die große Oefnung des Stückes c, aus welcher er bey f wieder hervorraget: das Stück d, e ist von **Elfenbein**, und an den Kork befestiget: es dient, den Schlüssel herumzudrehen; man sieht es Fig. 4. von der Seite, und Fig. 3. von forn. Zu diesem Schlüssel nahm ich den besten **Kork**, den ich finden konnte; welcher sehr dicht, und weder zerfressen noch knoticht war. Ich steckte denselben der Länge nach auf den viereckigten Stift einer Drehspindel: auf dieser drehte ich ihn mit einem sehr scharfen Meißel, den ich aber schief anhielt, ab. Als ich ihm die schickliche Größe gegeben hatte, nahm ich eine neue sehr feine Schlichtfeile, ohngefehr einen Zoll breit, stemmte diese auf die Unterlage der Drehbank fest auf, und bog sie bey jedem Wippentritte gegen den Kork. Auf diese Art brachte ich es endlich nach vieler Arbeit dahin, daß ich den Kork so gerad, rund und glatt, als das feinste Holz drehen konnte. Ich ließ den Durchmesser desselben um eine Linie größer, als den Durchmesser der Oefnung, in welche er passen sollte.

Hierauf machte ich das **elfenbeinerne** Stück, oder den **Grif** des Hahns. Man sieht die Gestalt desselben in den beyden Figuren. In den cylindrischen Theil d (Fig. 4.) bohrte ich vier Linien tief eine Oefnung ein, welche so weit war, daß man den Cylinder von Kork mit Mühe hineinpressen konnte.

Indessen verursachte die Biegsamkeit des Korks, welche zu verschiednen Absichten nothwendig ist, doch eine Unbequemlichkeit. Ich habe schon gesagt, daß der Durchmesser des Korks um eine Linie größer war,

als der Durchmesser der Oefnung, in welche er passen sollte, welches nothwendig ist, um ihn zusammenzudrücken. Dieses aber veranlasset, daß bey dem Herumdrehen desselben die Bewegung nicht gleichförmig von einem Ende zum andern fortgehet. Die erste kreisförmige Scheibe des Korks, welche unmittelbar an das Elfenbein stößt, folgt der Bewegung desselben, aber die zweyte giebt bey der Bewegung der erstern ihrer Biegsamkeit wegen ein wenig nach, und bleibt daher zurück; eben dieses thut auch die dritte und alle folgenden, daß sich also der Cylinder von Kork ein wenig verdrehet.

Diesem Fehler helfe ich durch ein dünnes Plättgen von Stahl ab, welches ich der Länge nach durch den Cylinder von Kork von dem elfenbeinernen Stück d, e an bis an die Oefnung des Schlüssels gezogen habe. Dieses Plättgen ist 6 Linien breit, und 7 Linien lang. Den Kork spaltete ich mit einem dünnen Messer, wobey ich sorgfältig verhütete, ihn nicht an der Seite, sondern nur so breit, als das Plättgen war, zu öfnen. Das Plättgen machte ich an dem Ende, welches zuerst hineingehen sollte, ein wenig dünner. Ehe ich es in die Spalte des Korks brachte, machte ich es heiß, und überstrich es mit Fischleim, um alles besser mit einander zu verbinden.

Da alle diese Stücke fertig waren, bestrich ich den Cylinder von Kork mit Seife, um das Reiben zu vermindern, und steckte ihn in das Stück c, so daß noch etwa 4 Linien davon herausragten. Dieses hervorragende Stück bestrich ich mit Fischleim, und steckte es fest in die cylindrische Oefnung des Stücks d, e, so daß das Ende dieses Stücks genau an c anschloß. Da der Leim trocken war, konnte ich den

Schlüs-

Schlüssel auf beyde Seiten drehen, als wenn er aus einem einzigen Stück bestanden hätte.

Es kam nunmehr darauf an, den Kork sauber zu durchbohren, damit das Queckſilber einen freyen Gang dadurch haben könne. In dieser Absicht stellte ich den Hahn so, wie ihn die 3te und 4te Figur zeigen, fuhr mit einer stählernen Nadel in die an dem Stücke c befindlichen kleinen Röhren, und zeichnete den Umriß ihrer Oefnungen auf den Kork. Hierauf zog ich denselben heraus; und bohrte ihn genau nach den Zügen der Nadelspitze zuerst mit einem Bohrer, und hierauf mit einer runden Feile aus. Die Oefnung war zwar sauber, aber nicht glatt genug, um dem Queckſilber einen freyen Durchgang zu verstatten und überdieß drehte und verengerte sie sich, wenn der Kork zusammengedrückt ward.

Um ihr nun die gehörige Glätte zu geben, steckte ich das Ende eines Federkiels hinein, der mit meinen Glasröhren, und also auch mit den kleinen Röhren h, i einerley innern Durchmesser hatte. Ich würde eine dünne elfenbeinerne Röhre noch vorziehen, obgleich der Federkiel meine Absicht wohl erfüllt hat.

468. Der auf die beschriebne Art verfertigte Hahn hat vom ersten Anfange an seine Dienste so vollkommen, als ich es verlangen konnte, geleistet; und befindet sich noch seit zwölf Jahren in gutem Stande. Der Kork, der in dem elfenbeinernen Canal gepreßt wird, füllt denselben vollkommen aus. Man sieht die starke Pressung an der Wulst, welche aus der Oefnung hinten an der dem Griffe entgegengesetzten Seite hervorraget (Fig. 4.): aber dieser Pressung ohnge-

ohngeachtet ist seine Bewegung weit sanfter, als wenn er von Elfenbein wäre.

Der Kork hat zu der Absicht, von welcher hier die Rede ist, noch andere wesentliche Vorzüge. Fürs erste verhütet die Pressung desselben den Einfluß der Feuchtigkeit und Trockenheit, und weil er sich also allezeit auszudehnen strebt, so geht er niemals merklich strenger oder leichter. Zweytens vermindert seine Federkraft, wenn der Hahn verschlossen ist, und die Queckſilbersäule gegen ihn stößt, die Gewalt des Stoßes. Endlich wiedersteht er hinlänglich, um das Auslaufen des Queckſilbers bey dem Schütteln auf der Reise zu verhindern, und giebt ihm doch durch seine Biegsamkeit einigen Platz, wenn es von der Wärme ausgedehnt wird; welches nothwendig ist, um nachtheilige Zufälle zu verhüten.

469. Der Federkiel muß, wenn man mit dem Barometer Beobachtungen anstellt, vollkommen auf die Glasröhren passen. Um dieses zu bewerkstelligen, setzte ich an die Seite des Griffes (Fig. 3.) einen stählernen Stift auf den cylindrischen Theil des Hahnes. Dieser Stift hält den Hahn beym Umdrehen an zween Punkten auf, welche um den vierten Theil einer Umdrehung von einander entfernt sind. Der eine von diesen Punkten stellt den Federkiel in die Richtung, welche er haben muß, wenn sich das Queckſilber frey bewegen soll: alsdann wird der stählerne Stift an einer von den vier Schrauben aufgehalten, welche an den Ecken des viereckigten Stückes stehen, und dasselbe an den Boden des Futterals befestigen, wie man dieses Fig 3. siehet. Diese Schraube stehet unten zur Rechten, und ragt zu dem Ende etwas weiter, als die übrigen, hervor. Den

Stift

Stift sieht man in der Figur gleich neben dieser Schraube. Die Richtung, in welcher der Hahn verschlossen ist, wird durch einen andern Stift bestimmt, welcher an dem viereckigten Stücke neben der Schraube oben zur Rechten befindlich ist.

470. Ehe man die verschiednen Stücken des Hahns mit einander und mit der Glasröhre verbindet, muß man für ihr Lager in dem Boden des Futterals sorgen. Das viereckigte Stück muß genau in das Holz einpassen, damit es nicht wanke, wenn man den Schlüssel des Hahns drehet. Es muß auch genau an den Boden seines Lagers anschliessen, damit es sich beym Anziehen der Schrauben nicht verrücke, und wenn es fest stehet, müssen die Glasröhren gerade auf dem Papiere ruhen, womit ihre Rinne überzogen ist. Dieses alles sind nothwendige Bedingungen, wenn das Werkzeug fest seyn, und doch die Glasröhren nicht gedrückt werden sollen; sonst würde man Gefahr laufen, sie zu zerbrechen.

472. Wenn alles auf diese Art vorbereitet ist, muß man die Röhre füllen (*b*). Ich habe im vorigen Capitel vom Thermometer (457 c.) gesagt, wie man erkenne, ob das Queckſilber recht rein sey.

Von

(*b*) Wenn man sich versprechen könnte, daß nach dem Auskochen des Barometers die Röhre in ihrem vorigen Zustande bleiben, d. i. daß während der Zubereitung der beschriebnen Stücke kein Queckſilber heraus, und keine Luft hineinachen werde; so wäre es besser, die Röhre vorher zu füllen. Denn sie ist beym Kochen allezeit einiger Gefahr ausgesetzt, und wenn sie zerbricht, wenn man schon alles nach ihrer Größe eingerichtet hat, so hat man viele Mühe verlohren, wenn man nicht eine andere von vollkommen gleicher Größe finden kann.

Von der Verbindung des Hahns mit den beyden Barometerröhren.

473. Ich komme nunmehr auf die Verbindung aller der Stücken, welche aus den beyden Röhren und dem Hahne einen einzigen ununterbrochenen Gang machen sollen. Ich habe im vorigen gesagt, daß diese Röhren ein wenig frey in die elfenbeinernen Cylinder a und b (Fig. 4.) gehen müssen; denn sie sind nicht allezeit rund genug, um die Oefnung der Cylinder vollkommen auszufüllen, man muß also diesem Fehler dadurch abhelfen, daß man sie mit etwas umwickelt. Ich gebrauche dazu einen Streifen von der Blase, deren sich die **Goldschläger** bedienen (c), womit ich das Ende der Röhre umwickele, das ich vorher mit Fischleim bestrichen habe.

474. Die Verbindung der Theile des Hahns erfordert ein wenig Geschwindigkeit, damit man, ehe der Leim trocknet, Zeit behalte, sie gehörig zu richten. Ich gebrauche dazu den Fischleim, weil er sich bes-

(c) Diese Blase wird von dem Häutgen gemacht, womit das intestinum rectum des Rindviehes innwendig überzogen ist. Man spannt dasselbe, wenn es noch frisch ist, vielfach über einander auf einen hölzernen Rahmen. Diese übereinandergespannten Lagen verbinden sich durch ihre Viscosität so fest, als wenn sie von Natur ein einziges Ganzes ausmachten. Wenn diese Blase noch frisch ist, oder erweicht wird, so hängt sie sich von sich selbst an das Glas und an alle andere Materien. Man muß die Blase selbst zubereiten können, wenn man sich ihrer oft bedienen will: denn die Goldschläger haben selten einen Vorrath davon. Sie verfertigen eine Menge auf einmal, aus der sie eine Art von Buch machen, zwischen dessen Blättern das Gold mit dem Hammer gestreckt wird.

besser, als irgend ein anderer, an das Glas anhänget. Man muß ihn über einem mäßigen Feuer flüssig erhalten, und Achtung geben, daß sich keine Luftblasen darinnen bilden. Diese würden dem Quecksilber Wege eröfnen, durch welche es auslaufen könnte. Auch muß der Leim sehr stark seyn, damit sich sein Volumen beym Trocknen soviel als möglich, verringere. Damit man nicht auf einmal an allzuviele Dinge zu denken habe, ist es gut, beyde Röhren besonders vorzubereiten; ich will zuerst von der längern reden.

475. Ich erwärme die kleine Röhre h des elfenbeinernen Stücks c, (Fig. 4.), ein wenig, wie auch das Ende der längern Glasröhre, welche mit **Goldschlägerblase** umwickelt ist, und wovon man bey g einen Theil siehet, und den kleinen elfenbeinernen Cylinder b, in welchen die Glasröhre kommen soll. Die Wärme thut zwo gute Wirkungen. Sie verdünnet die Luft, mit welcher diese Stücken überzogen sind, so daß sich der Leim besser anhängen kann, sie unterhält auch die Flüßigkeit des Leims, indem man die Stücke in einander einrichtet. Wenn sie hinlänglich erwärmt sind, so streiche ich so geschwind, als möglich, Leim um und auf das Stück der elfenbeinernen Röhre h, und der gläsernen g, und in die Hohlung des Cylinders b, in welcher sie sich mit einander vereinigen sollen. Hierauf stecke ich die elfenbeinerne Röhre in die eine Oefnung des Cylinders, und passe sie genau mit demselben zusammen: dann bringe ich die Glasröhre in die andere Oefnung, so daß sie an die elfenbeinerne Röhre h anstößt. Endlich stelle ich, indem der Leim noch flüßig ist, den Hahn in sein Lager (Fig. 3.), und drehe die Röhre oder den Cylinder, bis die Glasröhre, wenn die Schrauben

den an dem Hahne zugedrehet sind, fest auf dem Papiere in der Rinne aufliget: in dieser Lage lasse ich alles trocken werden.

476. Aller dieser Vorsicht ohngeachtet kan sich doch das Queckſilber mit der Zeit einen Weg durch den Leim eröfnen: wie es mir mit einem solchen Werkzeuge einige Jahre nach seiner Verfertigung ergangen ist. Ich habe dagegen folgendes Mittel gebraucht. Ich nahm einen Faden Seide, bestrich ihn mit Fischleim, und legte ihn zweyfach zusammengeflochten um das Ende der Glasröhre, wo sie an den Hahn anstieß. Eben so legte ich auch ein dünnes, und darüber noch ein etwas stärkeres, seidenes Schnürgen darum. Das Dreyeck, welches die Rundung des stärkern in dem Winkel zwischen Glas und Elfenbein leer ließ, ward durch das dünnere, und der Platz, den dieses noch übrig ließ, durch den seidnen Faden ausgefüllt. Das Ganze machte eine für das Queckſilber undurchdringliche Masse von Leim und Seide aus.

Die gröſte Schwierigkeit, welche ich bey diesem Mittel antraf, war, daß während der Arbeit, die es erfordert, der Leim erkaltete, und von der Seide und dem Elfenbein absprang. Dieses veranlassete mich auf ein Mittel zu denken, welches ich bey verschiednen Gelegenheiten mit Vortheil gebraucht habe. Ich machte das gekrümmte Ende eines kupfernen Löthrohres heiß, und bließ durch dasselbe auf dem Leim, welcher dadurch wieder zerschmolz, die ganze Seide durchdrang und umgab, und sich so genau an das Glas und Elfenbein hieng, daß er nach dem Erkalten, wie ein Firniß aussahe, und das Queckſilber ihn nicht durchdringen konnte. Man kann also durch ein erwärmtes Löthrohr den Fischleim flüßig erhalten,

wenn er gleich vom Feuer hinweggenommen ist, und auf diese Art vieles mit leichter Mühe erhalten, was ausserdem sehr schwer seyn würde.

477. Da der Druck des Queckſilbers im Barometer unter dem Hahne stets von unten nach oben d. i. von g nach b (Fig. 3.) geht, so ist bey der Verbindung der obern Röhre mit dem Hahne soviele Vorsicht nicht nöthig. Ich habe also den elfenbeinernen Cylinder a nicht an das Stück c (Fig. 4.) geleimet, sondern mich begnüget, ihn an die Glasröhre zu befestigen, und diese drey Stücken so mit einander zu verbinden, daß die Glasröhre an die kleine Röhre i des Stücks c anstieß, wenn der Cylinder a dieses Stück berührte. Zwischen dasselbe und den Cylinder habe ich eine Scheibe von dünnem Leder gelegt, welche stark zusammengepreßt wird, wenn der Hahn an seiner gehörigen Stelle ist, damit sich das Queckſilber keinen Weg dadurch machen könne, wenn es in dem kürzern Schenkel hoch stehet, wie dieses auf hohen Bergen geschieht. Die kleine Röhre muß man abnehmen können, wie man in der Folge sehen wird.

478. Wenn die Enden der Glasröhren nicht genau an den Hahn anschlössen, so würde Luft dazwischen bleiben, und der Güte des Barometers nachtheilig seyn. Man muß daher diese Röhren sehr glatt abscheiden. Bisweilen gelingt es auch, wenn man sie abbricht, indem man zuvor die Stelle des Bruchs ringsherum mit der Schärfe einer Feile bezeichnet hat. Denen noch übrigbleibenden Ungleichheiten kan man durch eine feine Feile, oder auf dem Rade eines Steinschneiders abhelfen. Auch muß man sie, besonders im letzten Falle an die Flamme einer Schmelzlampe bringen, um dadurch die unmerkli-

merklichen Risse zusammenzuschmelzen, und die Theile zu vereinigen, die sich trennen wollen. Ohne diese Vorsicht würde man Gefahr laufen, die Röhren zu zersprengen, wenn sie mit Gewalt in die elfenbeinernen Stücken hineingepresset würden. Ich weiß dieses aus eigner Erfahrung, und werde noch etwas über diesen Gegenstand sagen, das denen, die mit Glasröhren umgehen, nützlich seyn kann.

Ich werde bald anführen, wie sorgfältig man die beyden Röhren des Barometers, wenn sie sich zusammen schicken sollen, aussuchen muß. Man wird daraus sehen, welchen Werth bisweilen eine kleine Glasröhre erhalten kann, wenn sie zu einem gewissen Gebrauche bestimmt ist, da alle ihre Abmessungen einen Einfluß auf das Ganze haben, wovon sie ein Theil ist. Eine solche Röhre bekam unter meinen Händen Risse, als ich sie in den elfenbeinernen Cylinder bringen wollte: allein ich war so glücklich, sie durch folgendes Mittel zu erhalten.

479. Man weiß, daß die Risse des Glases größer werden, wenn man es der Wärme aussetzt. Ohne Zweifel rührt dieses großentheils daher, weil die elastische Materie, welche in diese Risse dringt, wenn sie durch die Wärme ausgedehnt wird, heftiger an die Wände stößt, zwischen welchen sie eingeschlossen ist, und also nach Art eines Keils das Glas immer mehr und mehr zu spalten strebt. Nun dachte ich, wenn man diese Materie langsam genug erwärmen, und sie ohne Gewalt heraustreiben könnte, so würden sich die Oberflächen einander nähern, an statt sich von einander zu entfernen.

Ich versuchte dieses Mittel, und hielt anfänglich meine Röhre einen Zoll weit von der Flamme einer Schmelzlampe, der ich sie so langsam näherte, daß sie erst in sieben bis acht Minuten ganz in die Flamme kam. Je mehr sie sich derselben näherte, desto kürzer ward der Riß, und er verschwand gänzlich, da ich die Röhre eben in die Flamme hineinbringen wollte. Die Oberflächen hatten sich völlig miteinander verbunden. Ich entfernte die Röhre langsam vom Feuer, um zu sehen, ob der Zusammenhang völlig wiederhergestellt sey, allein der Riß kam am Rande vom neuem zum Vorschein, und verlängerte sich nach eben der Richtung, die er zuvor gehabt hatte. Ich ließ ihm nicht Zeit, seinen Weg zu verfolgen, und brachte die Röhre an die Flamme zurück. Der Riß schloß sich wiederum zu, und verschwand, da das Glas die Flamme berührte. Ich brachte die Röhre in dieselbe hinein, ließ sie einige Zeit darinnen, und bließ mit einem Löthrohre die Flamme auf das Glas, bis es glühete. Hierauf zog ich die Röhre langsam zurück, sie erkaltete nach und nach, und da die Wände des Risses beym Glühen zusammengeschmolzen waren, so kam derselbe nicht mehr zum Vorschein.

Die Röhre, von der ich rede, ist diejenige, welman Fig. 3. über dem Hahne siehet. Es lag viel an ihrer Erhaltung, weil sie die erforderlichen Abmessungen hatte, von denen ich sogleich reden will.

Von der Wahl der Röhren zu diesem Barometer.

480. Ich habe oben gezeigt (384), warum man zum Barometer bloß eine umgebogne Röhre von durchgehends

gehends gleichem Durchmesser nehmen solle, solche Röhren aber finden sich sehr selten. Man muß also ein Mittel suchen, die Wirkung ihrer Ungleichheit zu verhindern. Ich mache aus dieser Ursache die Einrichtung also, daß sich, wenn das Barometer gefüllt ist, die beyden Oberflächen der Queckſilbersäule stets in solchen Theilen der Röhre befinden, deren Durchmesser einander gleich sind.

Die Verbindung beyder Schenkel des Barometers durch den Hahn macht es leicht, sie schicklich zusammenzuordnen: die Vergleichung aber kann auf folgende Art geschehen.

Zuerst muß man die Gestalt des obern Theils der längern Röhre kennen. In dieser Absicht bringe man an einem Drathe einen Korkstöpsel hinein, welcher sich in der Röhre hin und herschieben läst. Diesen stelle man um soviel unter das obere Ende der noch ofnen Röhre, als man etwa glaubt, daß der Raum der Veränderung des Barometers beym Beobachten betragen werde: bey unserm Barometer sind dazu 7 bis 8 Zoll hinreichend, weil man hier in jedem Schenkel nur die halbe Veränderung gewahr wird. Nun gieße man von oben einige Maaße Queckſilber von bekannter und gleicher Schwere nach einander hinein. Wenn alle diese Maaße einerley Raum einnehmen, so ist die Röhre vollkommen cylindrisch, und man muß zum kürzern Schenkel ebenfalls eine vollkommen cylindrische Röhre von gleichem Durchmesser haben. Wenn die Räume nur wenig untereinander verschieden sind, so kan man die Röhre noch gebrauchen; nur muß man alsdann diese Verschiedenheiten anmerken, um zum kürzern Schenkel eine Röhre zu suchen, in welcher die vorigen Maaße Queckſilber nacheinander

der wieder eben diese Räume einnehmen. Der bewegliche Stöpsel dient, um nach und nach alle Theile einer langen Röhre zu calibriren, in welcher man ein Stück sucht, das sich zu einer gewissen andern Röhre schicken soll.

Wenn beyde Röhren vollkommen cylindrisch sind, so ist die Stellung der kürzern gleichgültig. Ein anderes ist es, wenn sich Ungleichheiten finden. Wenn z. B. der Durchmesser der längern von unten hinaufwärts zunimmt, so muß man die Seite der kürzern, an der ihr Durchmesser am größten ist, unten stellen, und umgekehrt.

Die Röhre meines Barometers ist beynahe cylindrisch, inzwischen habe ich dieses Mittel nicht vernachläßiget, um die Absicht zu erreichen, daß die Durchmesser beyder Schenkel an den **zusammengehörigen** Stellen vollkommen gleich seyn möchten. Man kan sich eben dieser Methode auch für Barometer bedienen, die keines **Hahns** bedürfen. Man schmelzet alsdann die ausgesuchten Röhren zusammen, und giebt ihnen die Krümmung an dem schicklichen Orte.

Gebrauch des Hahns.

481. Schon die Beschreibung des **Hahns** muß seinen Gebrauch erklären: inzwischen will ich auch über die Art, sich seiner zu bedienen, etwas weniges sagen. Es fällt in die Augen, daß die längere Röhre, wenn der Hahn verschlossen ist, völlig ausgefüllt seyn müsse, damit sich das Queckſilber nicht bewegen könne. Man muß daher das Barometer beym Verschliessen des Hahns ein wenig neigen. Wenn man den Grif des **Hahns** herumdrehet, so muß man bedenken, daß sein innerer Theil von **Kork** sey. Man muß ihn also nie plötzlich drehen, sondern stets mit

Vor-

Vorsicht, und mit einigem Druck, als wenn man bohren wollte. Wenn ich das Barometer wiederum zur Beobachtung fertig machen will, so stelle ich es zuvor senkrecht und fest, ehe ich das Queckſilber loßlasse, um den Zufällen vorzubeugen, denen mich die Unachtsamkeit aussetzen könnte. Hierauf drehe ich den **Hahn** sehr langsam herum, besonders auf den Bergen, damit sich das Queckſilber nicht durch ein plötzliches Herabfallen in der längern Röhre auf und abschwinge, welches man aus der oben (403) angeführten Ursache stets vermeiden muß.

482. Ich habe befunden, daß sich in den ausgekochten Barometern das Queckſilber dem obern Ende der Röhre bis auf ein Drittheil eines Zolles nähern kann, ohne daß sie etwas von ihrer Regelmäßigkeit verlieren. Nur bey einer noch größern Näherung merkt man einige Abweichungen: das Queckſilber scheint sich in die Höhe zu ziehen, und seine Säule wird länger. Ich erkläre mir diese Erscheinung aus der schiefen Lage der Seitenwände, welche man, um das Barometer zu verschließen, zusammengezogen hat (378): so lange das Queckſilber in dem cylindrischen Theile der Röhre bleibt, findet dieselbe nicht statt. Man kan also ohne Bedenken über der höchsten Stelle, die das Queckſilber erreichen kann, nur einen geringen Raum lassen, wie ich bey meinem Barome er (Fig. 3.) gethan habe. Im Gegentheil findet man dabey noch zween Vortheile, einmal daß das ganze Werkzeug so kurz als möglich wird, das andremal, daß man den Raum vermindert, den das Queckſilber bey Beobachtungen an hohen Orten durchlaufen muß, welches viel dazu beyträgt, das Barometer lange Zeit in seinem ersten Zustande zu erhalten (403).

Beschreibung einiger andern Theile des Barometers.

483. An dem obern Theile der kleinern mit dem Hahne verbundenen Röhre sieht man ein elfenbeinernes Stück, das die Gestalt eines Kruges hat. Es besteht aus zween Theilen; der eine davon ist an die Röhre befestiget, der andere, der ein kleines Schnäuzgen hat, dient zum Deckel, und passet auf den erstern. Der Punkt, an welchem sich diese beyden Stücken verbinden, ist in der Figur durch eine Linie bemerkt, welche sich gerade an dem obern Ende eines elfenbeinernen Stöpsels befindet, der zur Seiten hängt, und die Oefnung des Schnäuzgens zu verschliessen dient. Diese ganze Vorrichtung ist zu folgendem Gebrauche bestimmt.

Die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme macht, daß etwas davon durch den Hahn gehet, welches man wiedererſetzen muß. Da auch die Oberfläche des Queckſilbers nothwendig rein seyn muß, so fülle ich allezeit ein wenig Queckſilber hinzu, wenn ich eine Beobachtung anzuſtellen habe. Ich trage daher Queckſilber in einer kleinen Flasche bey mir, und gieſſe davon etwas, wenn ich beobachten will, durch das Schnäuzgen des elfenbeinernen Stücks, vermittelſt eines Trichters oder einer papiernen Düte, deren Oefnung ich sehr eng mache, damit sie die Unreinigkeiten des Queckſilbers zurückhalte. Wenn das Barometer verſchloſſen iſt, so laſſe ich kein Queckſilber über dem Hahne: denn es würde die kleine Röhre verunreinigen, wenn es beym Hin- und Hertragen geſchüttelt würde. Ich kehre daher das Barometer um,

um, und gieße das überflüßige Queckſilber durch das Schnäuzgen in meine Flaſche aus.

484. Ferner iſt es nöthig, die kleine Röhre des Barometers von Zeit zu Zeit zu reinigen (386). Ich bediene mich dazu einer kleinen Bürſte, welche man in ihrer natürlichen Größe Fig. 5. vorgeſtellt findet: ihre Länge hängt von der Länge der Röhre ab. Sie beſteht aus einem eiſernen Drathe, an dem ein Stückgen von feinem Schwamm feſt eingeklemmt iſt. Der Drath muß an dieſem Orte **geglühet** ſeyn, damit er ſich drücken laſſe, ohne durch ſeine Federkraft Widerſtand zu thun, oder zu zerbrechen. Das andere Ende iſt in einen Ring gebogen, welcher dient, die Bürſte leichter umzukehren. Die Oefnung der Röhre muß am Rande ein wenig auslaufen, oder mit Elfenbein eingefaßt ſeyn, damit der Schwamm, ob er gleich zuſammengedrückt werden muß, dennoch ohne Mühe hineingehe. Ich ziehe dieſe Bürſte in der Röhre auf und ab, bis ſie alle in derſelben befindliche Unreinigkeiten an ſich genommen hat. Dieſe legen ſich in die Zwiſchenräume des Schwammes, und laſſen ſich, wenn man die Bürſte aus der Röhre herausgezogen hat, abſchütteln. Durch dieſes Mittel erhalte ich die Oberfläche dieſer Queckſilberſäule, ob ſie gleich an die Luft ſtößt, eben ſo rein, als die im leeren Raume befindliche Oberfläche der höhern Säule iſt.

Um die Weitläufigkeit und Gefahr zu vermeiden, der ich mich ausſetzen würde, wenn ich das Barometer, um es zu reinigen, jedesmal von dem Geſtelle abnehmen wollte, habe ich in den Boden des Futterals unter der Röhre eine 11 Zoll lange Oefnung gemacht. Dieſe iſt mit einer Thüre c, d verſchloſſen,

wel-

welche in zweyen Gewinden geht. An dieser Thüre befindet sich ein kleines Thermometer, von dem ich unten reden werde: in der Figur steht sie halb offen. Wenn ich die kleine Röhre reinigen will, nehme ich das Thermometer ab, um sie ganz öfnen zu können, und wenn sie verschlossen ist, wird sie durch ein kleines Häckgen zugehalten, welches in e an der Seite des Futterals angebracht ist.

Scale des Barometers.

485. Ich komme nunmehr auf das Maaß meines Barometers. Die Eintheilung seiner Scale hat den Satz zum Grunde, daß sich allezeit leichter addiren, als subtrahiren lasse, besonders wenn sich Brüche bey den Zahlen befinden. Ich habe zuerst längst der größern Röhre mit dem Maaßstabe, von dem ich (396) geredet habe, eine Länge von 27 Zollen bemerket, welche sich zwischen dem obern mit 20 bezeichneten Punkte, und dem untern, bey welchem 7 steht, befindet. Diese Länge habe ich in ihre 27 Zolle eingetheilt, und an dem siebenden von unten hinauf gerechnet, eine Horizontallinie gezogen, welche mit o bezeichnet ist. Die Ursache ist folgende. Auf einem Berge, der so hoch wäre, daß das Queckfilber im kürzern Schenkel bis auf diesen Punkt stiege, würde die Höhe der durch den Druck der Luft getragnen Queckfilbersäule bloß durch die Abtheilungen, die sich über dieser Linie befänden, angegeben werden. Wenn man aber tiefer steht, und das Queckfilber im längern Schenkel steigt, im kürzern aber fällt, so muß man zu der Höhe, welche die obere Queckfilberfläche angiebt, noch den Raum hinzusetzen, um welchen die untere Queckfilberfläche unter die o hinabgesunken ist.

So

So besteht also die Barometerhöhe, oder der senkrechte Abstand beyder Queckſilberflächen aus zween Theilen, die beyde von o aus, der eine am längern Schenkel von unten hinauf, der andere am kürzern von o hinabwärts, gerechnet werden. Nach dieſen Richtungen ſind auch die beygeſchriebnen Zahlen geordnet. Wollte man z. B. die Queckſilberhöhe, welche Fig. 3. vorgeſtellt iſt, wiſſen, ſo müſte man ſagen:

Das Queckſilber ſteht im längern Schenkel bey	—	20 Zoll
Im kürzern bey		7
Alſo iſt die ganze Höhe	— —	27 Zoll

Und ſo verfährt man allezeit bey ganzen und gebrochnen Zahlen.

486. Eine Vorſicht, die man bey Beobachtungen mit dieſem Barometer gebrauchen muß, iſt folgende. Es kann leicht geſchehen, daß ein Hahn, der, wenn er verſchloſſen iſt, das Queckſilber aufhält, doch etwas weniges davon durchläßt, wenn man ihn auf hohen Bergen öfnet, weil ſich alsdann im kürzern Schenkel eine hohe Queckſilberſäule erhebt, welche ſtark gegen den Hahn drücket. Dadurch kann nun die Säule während der Beobachtung beyder Oberflächen kleiner werden. Man wird alſo wohl thun, wenn man, nachdem die erſte Beobachtung aufgezeichnet iſt, ſogleich eine zweyte vornimmt. Treffen ſie beyde überein, ſo beweiſet dieß, daß alles in Ordnung ſey. Ja es iſt in allen Fällen vortheilhaft, die erſte Beobachtung durch eine zweyte zu prüfen: man beugt dadurch vielen Irrungen vor, welche die Unachtſamkeit veranlaſſen kann.

Die Theile der Scale, an welche der Stand des Queckſilbers trift, ſind mit ſchwarzen Strichen in **Linien**, und dieſe wieder mit rothen in **Viertel einer Linie** getheilt. Das Augenmaaß theilt dieſe **Viertel** noch in **Sechszehntheile**, und bey der Fertigkeit, die ich mir im Beobachten erworben habe, kann ich im Schätzen bis auf **zwey und dreyßig Theile** kommen. Weiter braucht man dieſe Theilung nicht zu treiben, weil das Anhängen und Reiben des Queckſilbers in den Röhren nicht verſtattet, daß man ſo genau auf den Punkt, an welchem es ſtehet, rechnen dürfte. Alle Methoden, die man angewendet hat, um das einfache Barometer empfindlicher zu machen, vermehren auch den Einfluß dieſer Urſachen, machen zugleich die Verfertigung ſchwerer, und das Werkzeug zum Fortbringen unbequemer, und bringen faſt unvermeidliche Fehler in den Beobachtungen hervor, wie ich von jeder dieſer Methoden insbeſondere im **erſten Theile** dieſes Werks (50) bewieſen habe.

Mittel, die ſchädlichen Folgen der Verdichtung des Queckſilbers, wenn es im Barometer verſchloſſen iſt, zu vermeiden, oder ihnen wiederabzuhelfen.

487. Die Verdichtung des Queckſilbers in einem Barometer ohne Behältniß iſt zu unbeträchtlich, als daß man einige Unordnung befürchten dürfte, wenn man es ſelbſt tragen, oder die Perſon, welcher man es anvertrauet, unter ſeinen Augen haben kann. Nur muß man, wenn man merkt, daß die Wärme der Luft merklich abnimmt, den Hahn von Zeit zu Zeit öfnen,

öfnen, und das Barometer dabey aufrechts stellen, damit der Theil des Queckſilbers, der ſich in dem Gange des Hahns befindet, in die Röhre gehe, und alſo die Luft, welche in dieſelbe könnte eingedrungen ſeyn, heraustreibe. Wenn man aber eine lange Reiſe zu unternehmen hat, oder das Barometer unachtſamen Perſonen anvertrauen muß, ſo muß man beſſere Vorſicht gebrauchen. Ich habe mich anfänglich eines Mittels bedient, das ich hier beſchreiben will, weil die dritte Figur, welche ſchon ſeit einiger Zeit entworfen iſt, daſſelbe vorſtellig macht.

Ich laſſe durch einen geſchickten Glasarbeiter, an der Seite der Krümmung des Barometers, und genau unter dem Hahne bey g (Fig. 3.) ein Stückgen Röhre von eben demſelben Glaſe, aber von einem etwas größeren Durchmeſſer anſchmelzen. Dieſe Röhre geht unmittelbar in den innern Theil des Barometers: auswendig iſt ſie glatt abgeſchnitten, und der Rand iſt an der Schmelzlampe abgerundet.

Hierauf nehme ich ein Stück Goldſchlägerblaſe (473), und um dieſem die gehörige Geſtalt zu geben, bediene ich mich eines hölzernen Cylinders, der mit der Röhre einerley Größe hat, und deſſen eine Oberfläche in Geſtalt einer Halbkugel abgerundet iſt. Ich feuchte die Blaſe an, um ſie zu erweichen, bringe ſie an den hölzernen Cylinder, ſetze deſſen abgerundetes Ende in ihre Mitte, und ziehe die Seiten gegen den cylindriſchen Theil an. So dehne ich die Blaſe aus, bis auf der Halbkugel keine Falten mehr erſcheinen, alsdann binde ich ſie feſt an den Cylinder, ſo daß die Umwickelungen des Fadens genau aneinanderſchließen, und laſſe alles in dieſem Zuſtande trocknen. Dann nehme ich das Band hinweg,

und

und trenne die Blase vorsichtig von dem Holze ab. Sie hat dadurch die Gestalt desselben angenommen, und sieht einem Fingerhute gleich.

Hierauf halte ich Fischleim fertig, der recht flüssig und ohne Blasen ist, welches man erhält, wenn man ihn nicht allzuheiß werden läst (474). Ich bringe die Röhre ans Feuer, und wenn sie heiß genug ist, bestreiche ich sie ein wenig mit Leim, wovon ich auch etwas weniges in den innern cylindrischen Theil der Blase bringe. Diesen letztern ziehe ich nun über die Röhre, und binde ihn mit starker Seide, die mit Leim bestrichen ist, fest. Der kugelförmige Theil der Blase bleibt an der Oefnung der Röhre stehen. Man sieht ihn bey f (Fig. 3.).

Wenn das Barometer gefüllt ist, so ruht das Queckſilber auf der Blase, ohne sie zu durchdringen. Ich besitze ein Barometer, an welchem diese Blase unter der längern Röhre steht, seit funfzehn Jahren; und ob sie gleich unmittelbar die ganze Queckſilbersäule trägt, so ist doch das Barometer noch in eben dem guten Stande, als ob es neu wäre. Doch hat diese Blase noch nicht die Gewalt der Feder ausgestanden, von der ich eben reden will.

Diese Feder sieht man unter dem Barometer (Fig 3.). Sie ist an dem einen Ende in eine Spirallinie gebogen, damit ihre Bewegung sanfter sey. An dem andern Ende hat sie eine hölzerne Halbkugel, deren Durchmesser der innern Weite der Röhre, an welcher sich die Blase befindet, gleich ist. Diese Feder liegt in einem in das Futteral gemachten Einschnitte so, daß sie in einerley Horizontalebne mit der Röhre steht. Sie muß so lang seyn, als es

der

der Platz verstattet, damit ihr äusserstes Ende nicht eine allzu krumme Linie beschreibe. Ihre Befestigung erhält sie durch eine Schraube, und damit sie sich nicht drehen könne, durch einen kleinen ins Holz geschlagnen Stift. Sie dient zu folgendem Gebrauche.

Wenn man den Hahn verschliessen will, so verhindere man erst durch den kleinen Stift h, daß die Feder nicht an die Blase stoßen kann, so wird der Druck des Queckſilbers dieselbe ausdehnen. Alsdann verschliesse man den Hahn, und nehme den Stift hinweg, so wird sich die Feder, die durch nichts mehr zurückgehalten wird, gegen die Blase stemmen. Wenn sich nun das Queckſilber ausbreitet, so geht es durch die Zwischenräume des Korks, oder schlüpft zwischen den Kork und das Elfenbein. Wenn es sich verdichtet, so drückt die Feder die Blase hineinwärts, und vermindert den Innhalt der Röhre, so daß weder die Luft hineindringen, noch das Queckſilber sich hin und her bewegen kann. Breitet es sich von neuem aus, so stößt das Queckſilber Blase und Feder zurück. So ist die Röhre stets voll, und der Unterschied des Queckſilbervolumens wird durch die erhabne oder vertiefte Gestalt der Blase ersetzt. Die Stärke der Feder wird durch ihren Gebrauch bestimmt. Man muß sie stark genug machen, um die ganze Queckſilbersäule ohne, merkliches Biegen ertragen zu können. Doch muß sie auch der Ausbreitung des Queckſilbers eher als der Hahn, nachgeben. Der Durchmesser der kleinen Röhre, an welcher die Blase angebracht ist, kan nach dem verschiednen Gebrauche, zu welchem das Barometer bestimmt ist, größer oder kleiner seyn. Bey einer kleinen Reise von einigen Tagen findet man selten eine so große Verschiedenheit

der Temperaturen, daß eine Röhre nicht hinreichen sollte, deren Durchmesser um ein Viertel größer als der Durchmesser der Barometerröhre ist. Bey langen Reisen aber muß man sie so weit nehmen, als es ihre Vereinigung mit der andern Röhre zulassen will.

488. Dieses Mittel, den Folgen der Verdichtung des Queckſilbers abzuhelfen, schien mir anfänglich gut. Da es aber ein wenig zusammengesetzt ist, so habe ich es seit langer Zeit wieder verlassen. Wenn man das Barometer umgekehrt fortträgt, so thut dieß eben die Dienste, wie ich in der Folge (500) umständlicher erklären werde.

489. Soviel man auch Vorsicht anwendet, um ein Reisebarometer für dem Eindringen der Luft zu bewahren, so kann es doch Zufälle geben, durch welche dieselbe in die Röhre kömmt. Ich will daher anzeigen, wie ich in einem solchen Falle ein Barometer von neuem ausgekocht habe, ohne dem Hahne zu schaden.

Ich nahm den **kürzern Schenkel** desselben ab (477), und legte um den Hahn bis an die Krümmung der Röhre etwas trockne Baumwolle in weiche Leinwand eingenähet. Diesen ersten Ueberzug bedeckte ich mit eben so viel feuchter Baumwolle, die ich ohne Besorgniß darauf legen konnte, und schlug um dieses alles nasse Leinwand. Auf diese Art konnte ich das Queckſilber bis auf einen Zoll weit von diesem Umschlage kochen, welcher sehr rauchete, und so gar am Rande versengt ward, ohne daß der Hahn den geringsten Schaden litt.

Von

Von den am Reisebarometer befindlichen Thermometern.

490. Von den (Fig. 3.) vorgestellten Thermometern ist das eine bestimmt, die Wirkungen der Wärme auf das Barometer anzuzeigen. Es ist dasselbe bey k neben dem längern Schenkel des Barometers, ohngefehr an der Mitte desselben in das Holz eingefügt. Der Durchmesser der Kugel dieses Thermometers darf den Durchmesser der Barometerröhre nicht weit übertreffen, damit beyde Werkzeuge mit gleicher Geschwindigkeit die Temperaturen der äussern Luft annehmen. Auch muß diese Kugel halb im Holze liegen, damit sie so, wie das Barometer, Antheil an der Wärme desselben nehme. Ich habe dazu ein Queckſilberthermometer genommen, theils aus denen bey dem Capitel vom Thermometer angeführten Gründen, theils um seinen Gang desto übereinstimmender mit den Veränderungen zu machen, welche die Wärme im Barometer hervorbringt. An die Seite habe ich die gewöhnlichsten Scalen, d. i. die sogenannte **Reaumüriſche** und die **Fahrenheitiſche** gesetzt: die meinige braucht nicht auswendig zu stehen, wie ich sogleich zeigen werde.

Meine Scale bestand meiner ersten Erfindung nach aus **einer Eintheilung des Raumes zwischen den beyden festen Punkten in 96 Theile**(365); weil ich keinen Bruch bequemer fand, die Höhe des Queckſilbers im Barometer genau auszudrücken, als **Sechszehntheile** der **Linie**, und weil, wenn das Barometer auf 27 Zoll stehet, eine Thermometerveränderung von einem **Grade** nach dieser Scale mit einer Barometerveränderung von $\frac{1}{15}$ einer **Linie** übereinstimmt, welches die Berichtigung der

Barometeranzeigen nach der Veränderung der Wärme sehr erleichtert.

Wenn sich aber die Queckſilberhöhe im Barometer merklich ändert, so findet zwischen den Veränderungen, welche die Wärme in beyden Werkzeugen hervorbringt, nicht mehr die vorige Verhältniß statt, und man muß die am Barometer vorzunehmende Berichtigung, der Abnahme seiner Höhe gemäß vermindern, und umgekehrt (374). Hat man nur wenige Beobachtungen, so kan man dieß durch die Rechnung thun, ohne die Scale zu verändern. Ist aber eine große Anzahl von Beobachtungen zu berichtigen, so ist es besser, die Scale darnach einzurichten, d. i. die **Grade** derselben in umgekehrter Verhältniß der Barometerhöhe zu verändern, so daß sie allezeit unmittelbar die **Sechszehntheile** einer **Linie** anzeigen, um welche die Barometerhöhe geändert werden muß.

491. Diese veränderlichen Grade des Thermometers lassen sich durch **Ordinaten** eines Dreyecks vorstellen, dessen **Abscissen** in umgekehrter Verhältniß der Barometerhöhen wachsen. Denn wenn die **Ordinaten**, die einer jeden **Abscisse** zukommen, in eine gleiche Anzahl von Theilen getheilt werden, so giebt eine jede eine Scale für das Thermometer ab, welche für die der Abscisse proportionale Barometerhöhe gebraucht werden kann. Ich will dieses durch eine Erklärung der ersten Figur Taf. IV. deutlicher machen.

Auf die gerade Linie i k setze ich den Abstand der Faden, welche den **Eis**- und **Siedpunkt** auf meinem Thermometer bezeichnen: in der Figur ist diese

Linie

Linie zum Theil punktirt. Den Raum zwischen diesen beyden **festen Punkten** theile ich in 96 gleiche **Grade**, und ziehe durch den 12ten von unten aufgerechnet, der die **Null** meines Thermometers ist (373), eine andere Linie oo, welche die erste unter rechten Winkeln durchschneidet.

Die **Ordinaten** und **Abscissen** zu messen, bediene ich mich eines Maaßstabs von ohngefehr einem halben Schuh, der in 1000 Theile getheilt ist. Ich zeige seine Größe an, weil sie zu der Absicht dieser Theilung schicklich ist, und weil die verjüngten Maaßstäbe in den gewöhnlichen Bestecken und Reißzeugen ohngefehr eben diese Größe haben.

Da es zu weitläufig wäre, das ganze Dreyeck zu verzeichnen, so schneide ich von allen Abscissen eine beständige Größe auf folgende Art ab. Ich nehme zum Endpunkte der **Fundamentalabscisse**, (welche die Scale des Thermometers bestimmen soll, wenn das Barometer auf 27 Zoll stehet) den Durchschnittspunkt der beyden vorerwähnten Linien an, deren eine ik die Fundamentaleintheilung des Thermometers vorstellet, und von der andern im Punkte o rechtwinklicht durchschnitten wird. Diese **Abscisse** nun setze ich 1800 Theilen meines Maaßstabes gleich, und gebe ihr die wahrscheinlich gröste Höhe des Thermometers bey den Beobachtungen zur **Ordinate**, welche ich 25 **Grade** über **Null** setze. Dieser Punkt ist auf der **in 80 Theile getheilten Scale** 30 $\frac{5}{6}$ Grad. Diese beyden Coordinaten nun gehören für eine Barometerhöhe von 27 Zoll. Wenn diese **Ordinate** in ihre 25 gleiche Theile getheilt wird, so giebt sie eine Scale des Thermometers für 27 Zoll Barometerhöhe ab, und jeder Theil zeigt ein **Sechszehntheil**

einer Linie Veränderung im Stande des Barometers wegen der Wärme an.

Die längste Abscisse wird durch den wahrscheinlich grösten Fall des Barometers bestimmt. Ich nehme also an, man könne bis auf Höhen kommen, in denen es nur 18 Zoll hoch stehe. Nach den oben festgesetzten Gründen, muß die Abscisse, die dieser Barometerhöhe zukömmt, mit der Abscisse für 27 Zoll, in umgekehrter Verhältniß dieser Höhen selbst stehen. Nun ist 18:27 = 1800:2700; also muß die gröste Abscisse, die der Barometerhöhe von 18 Zoll zukömmt, 2700 Theile meines Maaßstabs haben, und von der Abscisse für 27 Zoll um 900 Theile unterschieden seyn. Ich setze daher 900 Theile auf die Linie oo, von ik aus. Da sich die beyden Abscissen unter einander wie 2 zu 3 verhalten, so müssen ihre Ordinaten in eben dieser Verhältniß stehen. Ich richte also am Ende der längsten Abscisse die Ordinate auf, welche für die Barometerhöhe von 18 Zoll gehören soll, d. i. die Linie oa, die sich zur Ordinate 0,25, wie 3 zu 2 verhalten muß. Und wenn diese so, wie die erste, in 25 **Grade** getheilt wird, so dient sie zur Scale des Thermometers, wenn die Barometerhöhe 18 Zoll ist, und ihre **Grade** zeigen Veränderungen von **Sechszehntheilen** einer **Linie am** Barometer an.

Da die Veränderungen des Queckſilbers im Thermometer immer einerley Raum einnehmen, so darf man nur auf der **Ordinate** für 18½ Zoll eine Länge abschneiden, die der Ordinate für 27 Zoll gleich ist. Ich ziehe in dieser Absicht eine gerade Linie von einem Punkte zum andern, woraus das Parallelogramm •,18,27,o entsteht.

Hier-

Hierauf finde ich die dazwischenfallenden Abscissen durch folgende Analogie: **Die Barometerhöhe, welche der gesuchten Abscisse zukömmt, verhält sich zu 27 Zoll, wie die Abscisse für 27 Zoll (1800) zu der gesuchten Abscisse.** So ist z. B. 18 ½ : 27 = 1800, 2627. Also ist die Abscisse für 18 ½ Zoll Barometerhöhe 2627, wovon ich 1800 als die Abscisse für 27 Zoll, abziehe, und den Ueberrest 827 auf die Abscissenlinie an das Ende der Abscisse für 27 Zoll setze. Der Punkt, bis an welchen diese 827 Theile reichen, begrenzt die Abscisse für 18 ½ Zoll, welche um 73 Theile kürzer ist, als die für 18 Zoll. Auf eben diese Art suche ich die Längen aller übrigen Abscissen für die Barometerhöhen von einem halben Zoll zum andern, und finde dafür nach einander die Zahlen 2558, 2492, 2430, 2371 ꝛc. Von diesen allen ziehe ich 1800, oder die Abscisse für 27 Zoll ab, und trage die Ueberreste 758, 692, 630, 571, ꝛc. von dem Endpunkte dieser letzten Abscisse aus auf die Linie o o. Ihre Unterschiede sind 66, 62, 59 ꝛc., wie ich sie in der Figur angegeben habe. Für die Zahlen, bey welchen sich Brüche befinden, nehme ich die Ganzen, die ihnen am nächsten kommen, so daß die Summe aller Unterschiede der Abscissen zwischen 18 und 27 Zoll Barometerhöhe 900, als den ganzen Unterschied, beträgt. Hierauf verlängere ich die Linie o o zur linken, um an die Reihe der vorhergehenden Zahlen noch die Unterschiede 33, 32, 31, 30 zu setzen, wodurch ich meine Eintheilung noch bis auf die Höhe von 29 Zoll fortsetzen kann, welche das Barometer oft am Ufer des Meeres erreicht.

492. Ich will hier noch eine Tafel über die ganzen und verkürzten Abscissen, und ihre Unterschiede beyfügen, um denen, die sich eine solche Scale verfertigen wollen, die Mühe der Rechnung zu ersparen.

Barometerhöhe.	Abscissen	Abscissen, durch die Subtraction v. 1800 Theilen verkürzt.	Unterschiede.
18 Zoll	* 2700 Theile	+ 900 Theile	
18 ½	2627	827	73
19	2558	758	69
19 ½	2492	692	66
20	2430	630	62
20 ½	2371	571	59
21	2314	514	57
21 ½	2260	460	54
22	2209	409	51
22 ½	2160	360	49
23	2113	313	47
23 ½	2068	268	45
24	2025	225	43
24 ½	1984	184	41
25	1944	144	40
25 ½	1906	106	38
26	1869	69	37
26 ½	1834	34	35
27	* 1800	0	34 — 900
27 ½	1767	— 33	33
28	1735	— 65	32
28 ½	1704	— 96	31
29	1674	— 126	30

Wenn ich nun alle Endpunkte der Abscissen bestimmt habe, so richte ich die Ordinaten, die ihnen zugehören, nemlich 29, 28 ½, 28 ꝛc. bis auf die letzte 18 auf, welche sich an der obern Seite des Parallelogramms o, 29, 18, endigen. Durch die Punkte aber, welche die ganzen Ordinaten o, 25 und o a in 25 Theile theilen, ziehe ich Linien, deren Schiefe gegen die Linie o o immer zunimmt, je weiter sich die Grade von diesem festen Punkte entfernen. Alle diese Linien laufen auf die Spitze des Dreyecks zu. So stellt

jede

jede **Ordinate** eine **Scale** des Thermometers vor, die für die der Ordinate beygeschriebne Barometerhöhe gehört.

Dieß sind die Gründe, auf welchen die Verzeichnung dieser **Scale** beruhet, und es ist nichts mehr übrig, als dieselbe noch bis auf die Grade unter der **Null** zu erweitern. Ich nehme dabey zur untersten Grenze den 50sten Grad an, welcher in der **Scale von 80 Theilen** mit $31\frac{2}{3}$ Grad übereinstimmt. Man kan in den nordischen Ländern diese Temperaturen antreffen. Ich verlängere also die Ordinate von 27 Zoll um doppelt soviel, als ihre vorige Länge beträgt, unter die Linie o o, weil diese Ordinate selbst nur 25 Grade hat. Eben so verfahre ich mit der für 18 Zoll o a; ihre Verlängerung ist o b. Ich verzeichne das untere Parallelogramm o, 50, c, o, und verlängere alle obern Ordinaten bis an die untere Horizontallinie. Die Verlängerung der Ordinate für 27 Zoll theile ich in 50 Theile, welches Grade der Scale für 27 Zoll sind. Auch theile ich die Linie o b in 50 Theile, und ziehe Linien durch die Theilungspunkte beyder Ordinaten, deren Schiefe eben so zunimmt, wie bey den Linien des obern Dreyecks, welche die Grade über der **Null** abschneiden. **Um** das Auge von einem bestimmten Punkte der Ordinate leichter auf die Ziffern zu leiten, welche nur der **Fundamentalscale** beygeschrieben sind, ziehe ich die schiefen Linien von 5 zu 5 Graden etwas stärker aus.

Wenn man nunmehr durch alle Grade der Fundamentaltheilung Parallellinien mit o o zöge, so könnte man durch Vergleichung derselben mit den schiefen, sehr leicht die am Thermometer beobachteten Grade auf andere bringen, die für alle nach der Funda-

mentaltheilung angezeigte Höhen des Queckſilbers **Sechszehntheile einer Linie** am Barometer ausdrückten. Ich habe eine ſolche Parallellinie durch den 12ten Grad unter der **Null**, welches der **Eispunkt** iſt, gezogen, die zum Beyſpiele dienen kann. Das Barometer ſtehe auf 27 Zoll, und das Thermometer 12 Grad unter o, ſo muß man in dieſem Falle $\frac{12}{16}$ einer Linie zur Barometerhöhe hinzuſetzen. Wenn aber das Barometer nur auf 18 Zoll ſtünde, ſo müſte man der Horizontallinie, welche vom 12ten Grade des Thermometers ausgehet, bis an ihren Durchſchnitt mit der Ordinate für 18 Zoll nachfolgen, und da ſich der Durchſchnitt im 8ten Theilungspunkte unter o befindet, hätte man zur Barometerhöhe nur $\frac{8}{16}$ einer Linie hinzuzuſetzen. Eben ſo würde man für alle dazwiſchenfallende Queckſilberhöhen bey der vorigen und bey andern Temperaturen verfahren können, wenn durch alle Punkte der Fundamentaltheilung Parallellinien mit oo gezogen wären. Dieſes war mein erſter Gedanke, durch welchen ich mir die Rechnung zu erſparen ſuchte. Hernach aber habe ich die Vortheile dieſer Methode noch höher zu treiben geſucht, und ein bequemes Mittel gefunden, die Ordinate, welche der beobachteten Barometerhöhe zukömmt, wirklich neben das Thermometer zu ſtellen.

493. Ich zeichnete anfänglich die Theilung, ſo wie man ſie in der Figur ſieht, auf ein Blatt Pergamen, deſſen Größe die äuſſern Linien d e f g bezeichnen. Die Seite d g befeſtigte ich an eine hohle hölzerne Welle in welcher ſich eine Drathfeder befand, die um eine Spindel von Meſſing gewunden war. Zwey durchbohrte und an die Enden der Welle geſtellte Hölzer dienten, die Spindel im Mittelpunkte der Maſchine zu erhalten. Das eine Ende der Drathfeder war an

das

das eine Holz, das andere aber an die unbewegliche Are befestiget. Das Pergamen war um die hölzerne Welle gerollet, wenn die Feder nicht gespannt war; wenn man daran zog, drehte sich die Welle, und spannte die Feder; wenn man nachließ, so zog die Feder die Welle nach der entgegengesetzten Richtung herum, und das Pergamen wickelte sich wieder auf. Ich will mich nicht weitläufiger über die Einrichtung dieser Maschine einlassen. Man sieht sie an ihrer gehörigen Stelle auf der 3ten Fig. der III Tafel. Der Boden des Futterals ist unter der Thermometerröhre ausgehöhlt; der Eingang in diese Höhlung ist an der Seite der kleinen Thüre, von der ich oben (484) geredet habe, In der Höhlung selbst steht die Welle, von der man in der Figur den Theil il sieht, weil die kleine Thüre halb offen ist.

Das Ausziehen der Scale geschieht durch eine sehr enge Spalte hart an der Röhre, und, theils um sie ohne Schaden ausziehen, theils um verhindern zu können, daß sie sich ganz in die Spalte hineinziehe, habe ich einen kleinen messingenen Stab m n an ihren äussern Rand befestiget, an welchem sich drey zusammengeknüpfte seidne Schnüre befinden, durch welche man sie herausziehen kann. In der Figur ragt die Theilung ein wenig aus der Spalte hervor, und die Schnüre sind mit einer Nadel an die Seite des Futterals gesteckt. Man sieht leicht, daß alles durch die Kraft der hineinwärtsziehenden Feder gespannt wird.

Nun kan man sich leicht vorstellen, wie ich diejenige Scale, die der jedesmahligen Barometerhöhe zukömmt, an die Röhre bringe. Wenn ich auf einem Berge bin, wo sich das Barometer bey 20 Zoll

hält,

hält, so ziehe ich die Theilung so weit heraus, bis die Thermometerröhre an der (Fig. 1 Taf. IV.) mit 20 bemerkten Linie liegt. Sind nun die Grade, die das Thermometer darauf anzeigt, über o, so geben sie 16theile einer Linie an, die von der beobachteten Barometerhöhe abzuziehen sind: fallen aber die Grade unter o, so bedeuten sie 16theile einer Linie, welche man zur Barometerhöhe zu addiren hat.

Die **Welle** muß genau cylindrisch seyn, damit die Scale senkrecht aus und eingehe. Die punktirte Linie des **Eispunkts** dient zum Wegweiser, um die Scale nach ihrer Richtung zu führen. Diese Linie muß allezeit dem Faden gegenüberstehen, der auf der Thermometerröhre die Temperatur des **zergehenden Eises** bezeichnet. Da die Welle ein wenig über die Seite der kleinen Thüre hinausgeht, so habe ich die letzte an dieser Stelle ausgehöhlt, damit man sie ganz verschliessen könne. Diese Aushöhlung zeigt sich in ihrer natürlichen Größe bey a b Taf. V. Fig. 3.

495. Man sieht Taf. III. Fig. 3. noch ein anderes Thermometer an der kleinen Thüre c d, neben dem beschriebenen. Da aber dessen Einrichtung von dem Gebrauche abhängt, zu dem es bestimmt ist, so verspare ich die weitere Erläuterung darüber solange, bis mich mein Gegenstand selbst darauf führen wird (537).

Beschreibung des Bleyloths.

496. Noch ist mir in der dritten Figur Taf. III. die Beschreibung des **Bleyloths** übrig, welches sich über dem erwähnten kleinen Thermometer befindet. Es bestehet aus dreyen Stücken: das Hauptstück ist von Messing, in Form einer Birne gedrehet, und der Länge nach durchbohret. An dem untern

Ende

Ende der Oefnung befindet sich eine stählerne Spitze, und oben ein kleines durchbohrtes Stück Messing, in dessen Oefnung der seidene Faden, an welchem das Bleyloth hängt, genau einpasset. Dieses Loth muß genau nach der Oefnung und der Spitze abgedrehet seyn, damit sich diese nicht aus der lothrechten Linie rücke.

Die Höhlung, in welcher dieses Bleyloth hängt, wird vor dem Winde durch eine Glasthüre beschützt, welche man durch Hülfe einer messingenen Feder, die au der Seite des Futterals fest stehet, verschliessen kann. Wenn man die Thüre zumacht, so stößt sie die Feder zurück, die sich darauf wieder ausbreitet, und die Thüre zuhält. Eine andere Feder liegt wagrecht an dem obern Theile der Höhlung, wird von der Thüre, wenn sie verschlossen ist, zusammengedrückt, und stößt dieselbe wieder auf, wenn man die Feder an der Seite drücket. So kan man die Thüre sehr leicht öfnen und verschliessen.

Der seidne Faden, an welchem das Bleyloth hängt, befindet sich in einer Rinne, welche von dem obern Theile des Futterals bis an die Höhlung geht. Diese Rinne ist wieder mit dem Holze und Papiere bedeckt. Sie geht eigentlich durch den ganzen Boden des Futterals parallel mit der längern Barometerröhre, und unten liegt die kleinere Röhre in ihr. In den Theil von ihr, welcher unter der Höhlung für das Bleyloth liegt, habe ich ein Stück Messing gesetzt, welches unter einem rechten Winkel gebogen ist. Die eine Seite desselben ist mit einer Schraube an die Rinne befestiget, die andere Seite, welche den Boden der Höhlung verschliest, hat eine stählerne Spitze, auf welche die Spitze des Bleyloths zeigen muß.

Am obern Theile des Canals, durch welchen der seidne Faden geht, sieht man eine kleine viereckigte Oefnung. In dieselbe habe ich ebenfalls ein Stück Messing gesetzt, das so wie das erste, gebogen ist: die eine Seite desselben ist mit einer Schraube an das Holz befestiget, die andre hat ein kleines Loch, verschließt den Eingang der Rinne, und bestimmt den Punkt, an welchem das Bleyloth soll aufgehangen werden.

Der Stift, welchen man über der viereckigten Oefnung siehet, geht durch ein kleines Stück Holz, welches die Verlängerung des Canals bedeckt, und steckt mit seinem andern Ende in dem Boden des Futterals. An diesem Stifte ist der seidne Faden befestiget, und er dient, das Schlottern des Bleyloths zu verhindern, wenn man das Barometer von einem Orte zum andern trägt: man dreht alsdann den Stift herum, und zieht das Gewicht dadurch in die Höhe, und da es zu groß ist, um in den Canal zu gehen, so bleibt es am Eingange desselben, und man kan es wieder herunterlassen, wenn man den Stift nach der entgegengesetzten Richtung herumdrehet.

Die stählerne Spitze am Boden der Höhlung und das Loch oben in der Rinne, durch welches der seidne Faden gehet, stehen von der längern Barometerröhre gleich weit ab, und gleich tief. Wenn also die Spitze des Bleyloths gerad auf die Spitze am Boden der Höhlung trift, wie ich es in der Figur vorgestellt habe, so ist man versichert, daß die Barometerröhre senkrecht stehe.

497. Beym Gebrauch des Barometers wird das Bleyloth nothwendig in Bewegung gesetzt, und würde lange Zeit oscilliren, wenn es ganz sich selbst überlassen

lassen wäre. Dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, lasse ich durch die messingene Platte, welche sich unten in der Höhlung an der Seite der Spitze befindet, einen messingenen Drat durchgehen, der so, wie die Figur zeigt, gebogen ist. Dieser wird in der Platte selbst durch einen Stift festgehalten, welcher durch ihn hindurchgehet, und um welchen er sich frey bewegen kann. An seinem unteren Ende ist ein kleines Gewicht von Messing in Gestalt einer Birne befestiget: an dem obern steckt in einer Spalte ein Kartenblatt, welches in Form eines Löffels gebogen ist. Die **kleine Thüre**, an welcher das Thermometer hängt, ist oben bey c ausgeschnitten, um dieser Maschine den nöthigen Spielraum zu verstatten.

Wenn man nun die Schwingungen des Bleyloths aufhalten will, so stößt man das birnförmige Gewicht mit dem Finger in eine an der Seite befindliche Höhlung, welche ich in der Figur nicht habe vorstellen können. Hierdurch bewegt sich der obere Theil des messingenen Draths nach der entgegengesetzten Richtung: das **Kartenblatt** ergreift das **Bleyloth**, und stößt es gegen die Seite der **Höhlung**. Nun geht man mit dem Finger langsam zurück, so zieht das birnförmige Gewicht das Kartenblatt zurück. und das Bleyloth, welches ihm folgt, bleibt, sobald es senkrecht hänget, unbeweglich stehen.

Dieses Mittel, durch welches man bey den Versuchen viel Zeit erspart, kan man mit Nutzen in allen ähnlichen Fällen gebrauchen, z. B. wenn man das Bleyloth eingeschlossen hat, um es für der Luft zu verwahren, und man also seine Schwingungen nicht durch das Einsenken in Wasser aufhalten kann.

Nöthi-

Nöthige Vorsicht beym Gebrauche dieses Barometers.

498. Durch alle diese Veranstaltungen habe ich es so weit gebracht, daß mein Barometer wenigstens nicht mehrern Mängeln unterworfen ist, als eine jede zusammengesetzte Maschine. Aber jede solche Maschine leidet durch Sorglosigkeit und Ungeschicklichkeit. Eine Uhr, die für den ersten den besten Käufer bestimmt, und nach dieser Absicht gearbeitet ist, trägt in den Händen eines ungeschickten Besitzers dem Uhrmacher ihre sichern Zinsen ein. Aber ein Reisebarometer kan natürlicherweise leichter, als eine Uhr, in Unordnung gerathen, und überdieß giebt es weit mehrere Uhrmacher, als Leute, die ein beschädigtes Barometer zu verbessern im Stande sind.

Auch hat das Barometer mit den meisten Maschinen dieses gemein, daß zu einem leichten und sichern Gebrauche desselben Achtsamkeit und Geschicklichkeit allein nicht hinreichen; sondern daß man sich nothwendig mit seiner Einrichtung und seinem Gebrauche bekannt machen, und allen Schaden, den es nehmen kann, genau kennen muß. Vor allen andern ist dieses unumgänglich nöthig, um das Eindringen der Luft in die größere Barometerröhre zu verhindern. Wenn durch irgend einen Zufall eine Luftblase hineinschlüpfen will, so muß man sie ohne die geringste Mühe aufhalten und zurücktreiben können, und dieß mit eben der Gewißheit und Leichtigkeit, mit welcher ein geübter Ballspieler den Ball auffängt und zurückschlägt. Ich kan in dieser Absicht nichts anders rathen, als daß man sich diese Fertigkeit zu erwerben suche, und aufmerksam sey. Ich will aber

eini-

einige Mittel anzeigen, wie man sich beym Hin- und Hertragen des Barometers eine allzustrenge Aufmerksamkeit ersparen könne.

499. Bey allen meinen Beobachtungen auf dem Berge Saleve, von denen ich bald reden werde, habe ich das Barometer in seiner gewöhnlichen Stellung, d. i. den obern Theil in die Höhe gekehret, auf dem Rücken getragen. Der Hahn ist allezeit hinreichend gewesen, das Queckſilber im Barometer zu erhalten: nur einigemal, da es beym Herabreisen von steinigten und jähen Höhen heftige Stöße bekam, gieng ein wenig Queckſilber heraus, doch niemals so viel, daß ein Schade zu befürchten war. Ich konnte dieses bald an dem Schlagen des Queckſilbers gegen das Ende der Röhre merken, und den kleinen Abgang wieder ersetzen, indem ich das Barometer neigte, den Hahn öfnete, und ihn wieder verschloß, weil in seinem Gange noch allezeit soviel Queckſilber, als dazu nöthig, vorhanden war.

Oft hatte ich auch das Barometer zu Pferde bey mir geführt. Es hatte im Schritte nichts gelitten, und beym Trott und Galopp nur die Vorsicht erfordert, die ich eben in Absicht auf die steinigten und jähen Höhen erwähnt habe. Da ich es aber im Wagen mit mir nehmen, und in einerley Lage erhalten wollte, konnte es auf üblen Wegen die Stöße nicht aushalten, und ich muste also auf irgend ein Gegenmittel denken.

500. Ich hatte es nie gewagt, das Barometer umgekehrt bey mir zu führen, aus Furcht, die daran befindlichen Thermometer möchten durch das Stoßen

in Unordnung gerathen. Ich machte aber nun einen Versuch, und fand meine Furcht ungegründet. Ein gutes Queckſilberthermometer muß alle Stellungen vertragen. Wenn es umgelegt wird, ſo läuft das Queckſilber längſt der Röhre hin; es entſteht ein kleiner leerer Raum in der Kugel, und ſo viel Stöße es auch in dieſer Lage bekömmt, ſo kömmt doch alles, wenn man es wieder aufrichtet, in ſeinen vorigen Stand zurück.

Man hat alſo nichts für die Thermometer zu fürchten, wenn man ſie umgekehrt trägt; für das Barometer aber iſt dieſe Stellung ſehr vortheilhaft. Fürs erſte drückt in derſelben nur ſoviel Queckſilber auf den Hahn, als zwiſchen ihm und der Krümmung der Röhre enthalten iſt, und daher iſt das Beſtreben herauszulaufen, weit geringer. Ferner, wenn auch zufälligerweiſe dieſer Theil der Röhre ſich gänzlich ausleeren ſollte, ſo ſchadet dieſes doch dem Barometer nicht, wenn man nur dafür ſorgt, ihn wieder zu füllen, ohne Luft in die lange Röhre zu laſſen, welches man mit leichter Mühe thun kann.

Es iſt alſo ſogar ſicherer, das Barometer umgekehrt zu tragen. Man hat dabey keine ſo ſtrenge Achtſamkeit nöthig, und ich habe dieſe Lage nun einmal für allemal angenommen.

501. Ich habe hinten an dem Futteral des Barometers einen Riemen befeſtiget, deſſen beyde Enden, das eine oben, das andere unten, angeſchraubt ſind, und den man mit Hülfe einer Schnalle verlängern oder verkürzen kann. Wenn man zu Fuße geht, ſteckt man den Kopf und einen Arm durch den Riemen,

und

und das Werkzeug hängt umgekehrt über den Rücken (à la manière d'un carquois.) Kömmt man an den Ort der Beobachtung, so muß der Träger das Barometer mit der Hand an dem Riemen halten, um es von der Wärme seines Körpers zu entfernen (368).

Zu Pferde könnte man das Barometer eben so bey sich führen: allein bey einem weiten Weg ist es bequemer, an den Sattel eine Tasche zu befestigen, und es darinnen so, wie die Reuter ihr Gewehr, zu tragen.

Bey einer langen Reise muß man das Werkzeug für den Stößen und dem Regen sichern, wozu folgende Anstalt dient.

Ich nehme eine kleine Decke von dichter und starker Wolle, wickle sie einigemal um das Futteral meines Barometers, und lege den Theil, um welchen sie länger ist, unten so zusammen, daß er ein Küssen von vier bis fünf Zollen Dicke ausmacht. So stecke ich das Barometer in eine Kappe von seiner Wachsleinwand. Der Riemen wird von dem Futteral des Barometers abgenommen, und an die Kappe gelegt, an welcher er nunmehr nöthig ist.

502. In allen bishergedachten Fällen, wo das Barometer umgekehrt bleibt, ist keine weitere Vorsicht nöthig, als es beständig in dieser Stellung zu erhalten. Dieses muß man sehr streng beobachten, und nie das Barometer, auch wenn es in Ruhe bleiben soll, anders als so legen, daß der obere Theil tiefer, als der untere liegt, bis man erst gesehen hat, ob durch das Stoßen oder die Verminderung der

Wärme irgend etwas in Unordnung gerathen sey. Sollte etwas Queckſilber herausgegangen seyn, oder daſſelbe ſich verdichtet haben, ſo würde man bey einer andern Lage des Barometers Gefahr laufen, die Luft, die die Stelle des Queckſilbers eingenommen hätte, in die längere Röhre zu laſſen. Eben darum muß man das Barometer nie aufrichten, ohne es unterſucht zu haben. Iſt Luft darinnen, ſo wird man ſie in der Krümmung der Röhre verſammlet ſehen, und es wird leicht ſeyn, ſie zurück und herauszutreiben (487). Man hat dieſes ſelten nöthig: müſte es aber auch gleich allemal geſchehen, ſo oft man das Barometer aufrichtet, ſo iſt doch das Verfahren ſo einfach und leicht, daß man die Nothwendigkeit deſſelben nicht einmal für einen großen Fehler des Werkzeugs halten könnte. Auf dieſe Art habe ich viele Reiſen mit meinem Barometer gemacht, ohne daß es den geringſten Schaden genommen hätte.

Stativ zur bequemen Stellung des Barometers an jedem Orte der Beobachtung.

503. Ich habe oben gezeigt, wie nöthig bey Beobachtungen unter freyem Himmel ein Mittel ſey, das Barometer überall feſt, und in die gehörige Stellung zu ſetzen (406). Weil mich die Erfahrung davon überführt hatte, ſo bediente ich mich anfänglich eines Stativs, das zu einem Winkelmeſſer gehörte, und, wie gewöhnlich, drey Füße hatte. Ich fand es zur Stellung des Werkzeugs ſehr dienlich, deſto unbequemer aber zum Forttragen. Man weiß, daß dieſe drey Füße an ein dreyſeitiges Holz anſchlieſ-

ſen

sen, an welches sie oben mit Schrauben befestiget sind. Bey dieser Einrichtung bleibt allezeit, wenn das Stativ zusammengelegt wird, zwischen den Füssen ein pyramidenförmiger Raum leer. Dieß vermehrt ohne Noth den Umfang des Stativs, und ermüdet die Hand des Trägers. Ein solcher Fehler war für mich desto beträchtlicher, da ich eine lange Reihe von Beobachtungen vor mir hatte, und mir deswegen alle Schwierigkeiten, so viel möglich, erleichtern muste. Ich erfand daher folgendes Stativ, dessen drey Füße keinen Raum zwischen sich leer lassen, und wenn sie zusammengelegt sind, einen bequemen Stock abgeben.

504. Die erste Figur der vierten Tafel stellt den obern Theil dieses Stativs nach eben dem Maaßstabe vor, nach welchem die Figur der zweyten Tafel entworfen ist, d. i. vier Linien sind für einen Zoll gerechnet. Die Füße, welche in der Figur bey a, b, c, abgebrochen sind, haben 3 Schuhe und 3 Zoll Länge: sie sind von jungem Nußbaum, der gerade und feste Fibern hat. Auch kan man Eschenholz dazu gebrauchen. An ihren Enden haben sie eiserne Spitzen, etwa einen Zoll lang. Diese stechen, wenn es angeht, in den Boden ein, oder verhindern wenigstens das Ausglitschen.

Das Charnier dieses Stativs erfordert die umständlichste Beschreibung. Man sieht es in der zweyten Figur besonders, und in seiner natürlichen Größe. Der horizontale Durchschnitt eines jeden Fußes ist ein Sector von 120°: sie schliessen also vollkom-

men in einen runden Stock zusammen (*d*). Um das Charnier stärker zu machen, lasse ich am obern Theile jedes Fußes ein Stück, wie eine Console stehen, welches über die Rundung des Stockes vorspringt.

Das Stück, an welches die drey Füße anschliessen, ist von der Corneliuskirsche, einem harten und festen Holze. Man sieht es Fig. 1. ganz, Fig. 2. aber nur seinen untern Theil, auf welchen es hier ankömmt. Dieser untere Theil hat drey Seiten a, b, c, und drey einwärtsgehende Winkel, deren zween in d, e, offen stehen, der dritte aber in f, wie ich nachher sagen will, bedeckt ist. Jede Seite dient zu einem Charniere: sie sind in der Mitte gespalten, und der Länge nach nach der Axe ihrer Rundung durchbohrt, durch welches Loch der Nieth des Charniers gesteckt wird.

Die drey Füße sind an ihrem obern Ende ausgehöhlt, so daß sie, wenn sie zusammenkommen, eine Hohlung bilden, in welche das vorhinbeschriebne Stück genau einpasset. In der Mitte der Aushöhlung eines jeden Fusses befindet sich eine runde messingene Scheibe, die in ihrer Mitte ein Loch hat. Durch diese Scheiben werden die Füße oben mit einander verbunden: eine jede geht in eine Spalte des dreyseitigen Stücks, und wird darinnen durch einen messingenen Stift gehalten, so, daß der obere Theil jedes Fußes genau an eine Seite des dreyseitigen Stückes anschließt, und ein Charnier mit demselben aus-

(*d*) Ich wunderte mich, daß man diesen Einfall nicht längst schon gehabt hatte, um die Größe der Stative zu vermindern. Ich habe aber vor kurzem eines aus Londen gesehen, welches dem meinigen ähnlich ist; nur daß die Charniere von Messing sind.

ausmacht. Wenn man das (Fig. 2.) herabhangende Stück aufrichtete, so würde es die Hohlung, die die Obertheile der Füße bilden, ausfüllen, und jede Scheibe würde in die ihr zugehörige Spalte hineingehen. Fig. 1. sieht man die Füße auseinander gestellt: von vorn zeigt sich ein einwärtsgehender Winkel nebst den Enden der Stifte beyder Charniere: die beyden andern Winkel haben eben diese Gestalt.

Die Löcher der messingenen Scheiben muß man mit ein wenig Oel bestreichen, um das Reiben zu vermindern, so wird die Bewegung der Charniere sehr sanft, und doch wanken die Füße nicht. Dieses **Stativ** ist für jede Art und Beschaffenheit des Bodens bequem. Sind die Füße zusammengelegt, so giebt es einen Stock ab, der weder zu groß noch zu schwer ist; und oben 16, unten 14 Linien im Durchmesser hat. Will man sich seiner als eines Rohrs bedienen, so kan man ihn mit zween messingenen Ringen zusammenhalten, die auch die Füße verhindern, sich zu krümmen, wenn man einen in der Mitte, den andern unten anlegt. Das Charnier dient statt des Knopfs, und damit die einwärtsgehenden Winkel der Hand nicht beschwerlich fallen, habe ich sie mit einem angeschraubten Holze ausgefüllt. Man sieht die äussere Gestalt desselben bey f (Fig. 2.), und da Fig. 1. der einwärtsgehende Winkel unbedeckt ist, so kan man die Gestalt seiner inwendigen Seite aus der Hohlung beurtheilen, in welche sie einpassen soll.

505. Um dieses **Stativ** zum Barometer zu gebrauchen, bediene ich mich einer hölzernen **Presse**, welche man in der ersten Figur siehet. Diese wird auf den über dem Charniere befindlichen Zapfen ge-

setzt, und mit einer Schraube befestiget. Ich stelle sie stets so, wie man in der Figur siehet. Wenn nemlich das Barometer zwischen den vorderen Füssen des Stativs stehet, und unten auf der Erde ruhet, so steht es oben in der Presse, durch deren Schrauben es befestiget wird. Wenn der Boden eben ist, stelle ich das Barometer durch Bewegung seines untern Theiles senkrecht, weiche sehr leicht ist, weil das unten befindliche weiche Küßen nachgiebt. Ist aber der Boden uneben, so suche ich anfänglich das Barometer nur beynahe senkrecht zu stellen, und berichtige alsdann diese Stellung durch die Schrauben der Presse. Mit Beyhülfe dieses Stativs und der Verrichtung, die die Schwingungen des Bleyloths aufhält, kan ich das Barometer in weniger als einer Minute fest und senkrecht stellen, so uneben auch der Boden seyn mag (*e*).

506. Der Aufsatz, an welchem die Presse befestiget ist, ist seiner Länge nach durchbohrt, damit man den Stiel eines Sonnenschirms hineinstecken kann, welcher bey den Beobachtungen sowohl, als auf dem Wege die Sonnenwärme vom Barometer abhalten muß. Wie nöthig diese Vorsicht sey, um die ungleiche Vertheilung der Wärme durch Barometer und Thermometer zu verhindern, habe ich im vorigen gezeigt (368.)

507. Nachdem ich schon mein Barometer oft auf den Bergen gebraucht hatte, fand ich für dienlich, an dasselbe eine Wasserwage anzubringen, um aus der

(*e*) Wie man auf Reisen das Barometer in Gebäuden stelle, zeige ich (748) in der Anmerkung.

der Höhe des Orts der Beobachtung die Höhe der benachbarten Gegenden zu schätzen. Die Festigkeit des Stativs, und meines Barometers, und die Richtigkeit meines Bleyloths machten diesen Zusatz leicht: ich hatte nur noch **Dioptern** nöthig, für die ich einen bequemen Platz am Futterale des Barometers fand. Sie befinden sich an seinem obern Theile (Taf. III. Fig. 3.) **Die Diopter mit dem Faden** befindet sich inwendig an dem Deckel. Sie besteht aus einem rechtwinklicht gebognen Stück Messing, dessen größerer Theil in das Holz eingepasset, und durch zwo Schrauben befestiget, der andere aber durchbrochen, und mit einem feinen Silberfaden straff überspannt ist. **Die Diopter mit dem Loche** ist an der gegenüberstehenden Seite des Futterals mit dreyen Schrauben befestiget. Das kleine Loch befindet sich in einem Stück Messing, welches sich in einem Falze in der ebenfalls durchbrochenen Diopter verschieben läst, damit man es nach Gefallen stellen könne. Wenn man den Deckel verschließt, so geht die Diopter mit dem Faden in eine zur Seiten der andern Diopter befindlichen Hohlung. Die Charniere des Deckels sind so eingerichtet, daß sie ihn nicht weiter, als um die Helfte eines Kreises aufgehen lassen, so daß sich alsdann seine innere Fläche, und die Vorderseiten der Seitenwände des Futterals in einerley Ebne befinden: alsdann stehn die Dioptern in einer Entfernung von 7 Zollen einander gegenüber.

Man berichtigt diese Horizontalwage nach der gewöhnlichen Art mit leichter Mühe, indem man das kleine Loch erhöht oder erniedriget: wozu der erwähnte Falz dienet.

So sind die Werkzeuge beschaffen, deren ich mich bey meinen Beobachtungen bedient habe. Vielleicht wird diese umständliche Beschreibung derselben denen, welche ähnliche Werkzeuge verfertigen wollen, einige Untersuchungen ersparen, und einen Theil der Sorgfalt an den Tag legen, mit der ich Fehler zu vermeiden gesucht habe. Die Menge der Beobachtungen, die ich vor mir hatte, erforderte Werkzeuge, die meine Arbeit erleichtern konnten: zumal, da ich Regeln festsetzen wollte, und also mit der grösten Sorgfalt und strengsten Genauigkeit zu Werke gehen muste. Will man nur einzelne oder zu einer besondern Absicht bestimmte Beobachtungen machen, so kan man sich einen Theil dieser Vorrichtungen ersparen, wenn man sich, wo es nöthig ist, etwas mehr Zeit zu den Beobachtungen nimmt. Welche Anstalten man ohne Schaden weglassen könne, will ich hier nicht erst anzeigen: jeder Naturforscher, der meine Schrift mit Aufmerksamkeit gelesen hat, wird diejenigen leicht unterscheiden, die ihm zu seinen besondern Absichten nöthig sind.

Zwey-

Zweytes Capitel.

Messung der Höhen, auf welchen die Beobachtungen angestellt werden sollten.

Die Hauptabsicht dieses Werks ist, bekannte Höhen mit dem auf ihnen beobachteten **Queckſilberfall im Barometer** zu vergleichen, und daraus eine allgemeine Regel zu ziehen, nach welcher man inskünftige zugängliche **Höhen** messen, und für jede Zeit und jeden Ort **Dichte** und **absolute Schwere** der Luft finden könne.

Bisher habe ich alle die Vorsicht beschrieben, mit welcher ich mich gehütet habe, von dem Barometer hintergangen zu werden. Nun kömmt es noch auf die Sorgfalt an, mit welcher ich die Höhen meiner Beobachtungsorte gemessen habe.

Mit diesem Theile meiner Arbeit ist man zwar bekannter, als mit dem ersteren: wenn man aber den Resultaten einer Unternehmung von ausgebreiteten Folgen und mannigfaltiger Unsicherheit Zutrauen erwecken will, so muß man alles thun, was bey denen, die man für sich gewinnen soll, Zweifeln zuvorkommen, oder dieselben heben kann. Man muß ihnen sogar Mittel an die Hand geben, Fehler, wenn einige da wären, zu entdecken, indem man gewissermassen vor ihren Augen arbeitet, und sie dadurch in Stand setzet, wenn sie wollen, selbst zu beurtheilen, ob die aus den Beobachtungen hergeleiteten Folgen wirklich aus denselben fließen. Ich will also etwas umständlicher von meinen **Höhenmessungen** reden.

Messung von funfzehn Standpunkten auf dem Berge Saleve.

508. Zu meinen ersten Beobachtungen erwählte ich auf dem Berge Saleve bey Genf sechs Standpunkte von verschiedner Höhe, die man von der Plâne aus sehr genau erkennen konnte, und an denen ich, um sie noch genauer zu bestimmen, Zeichen errichtete. Ferner maß ich auf dem Eise eines Grabens, der einer geraden Strasse zur Seite lag, eine Standlinie von 3400 Schuhen ab. Diese war von einigen meiner Standpunkte eine halbe, und von andern ein bis zwo französische Meilen entfernt. Zu Messung der Winkel bediente ich mich eines Quadranten von drey Schuhen im Halbmesser, der von **Butterfield** gearbeitet war, und diesem geschickten Künstler Ehre machte. Dieser Quadrant hatte dem Hrn. **Fatio de Duillier** gehört, und war von diesem unserer öffentlichen Bibliothek geschenkt worden. Ich versahe ihn mit einem Micrometer, um desto genauer beobachten zu können.

509. Diese Messung hätte mich befriedigen können, da man selten eine so bequeme Standlinie, und ein so gutes Werkzeug findet. Indessen beunruhigten mich zween Umstände. Der erste war die **Strahlenbrechung**, deren Wirkungen sich schwerlich genau berechnen liessen. Herr **de la Condamine** hat ein Mittel dazu angegeben (*f*). Er will, daß man nach vorgenommener Berichtigung wegen der runden Gestalt der Erdkugel, den halben Unterschied der von

oben

(*f*) *Mésure des trois premiers degrés du Meridien dans l'Hemisphère Austral.* Part. I. article 13.

oben herab und der von unten hinauf gemessenen Winkel für die Wirkung der Strahlenbrechung annehmen soll. Allein es war mir fast unmöglich, meinen Quadranten an alle Standpunkte zu bringen und daselbst festzustellen, um die Winkel von oben herab zu messen: und ausserdem war ich ungewiß, ob der Zustand der Luft in dem Augenblicke dieser Messung eben derjenige seyn würde, der er bey der Messung von unten hinauf gewesen wäre.

Zweytens beunruhigte mich die geringe Anzahl der Standpunkte, auf welche ich eingeschränkt war, da sich auf dem Berge so wenig zugängliche Orte fanden, die man von der Standlinie aus sehen konnte.

510. Bey diesen Betrachtungen fiel mir das **Wasserwägen** ein. Ich versuchte in dieser Absicht die besten **Wasserwagen**, die ich aus Beschreibungen kannte; ich fand aber keine darunter, die zu meiner Absicht vollkommen schicklich gewesen wäre. Es war kein leichtes Unternehmen, einen Abhang von beynahe 3000 Fuß senkrechter Höhe, in einem Striche von etwa fünf französischen Meilen zu nivelliren, und dieß mitten unter Gesträuch und Felsen, in einer Gegend, wo die Winde das Werkzeug wankend, und dadurch die Arbeit unsicher, wenigstens langweilig und mühsam machten.

511. Ich entschloß mich also, selbst eine **Wasserwage** zu verfertigen, die zu dieser Absicht schicklich wäre, mit welcher ich und mein Bruder, mit Beyhülfe eines einzigen Menschen, in 30 Stunden mit einer Meßstange von 36 Fuß, den ganzen vorerwähnten Raum nivellirt haben.

512.

512. Wir setzten zugleich funfzehn Standpunkte fest, worunter die sechs vorigen, mit dem Quadranten aufgenommenen, begriffen waren. Für die beyden höchsten sind durch beyderley Methoden folgende Höhen gefunden worden.

513. Höhe, durch die geometrische Ausmessung unmittelbar aus der Rechnung für den Gipfel des Bergs gefunden = = = 2916 Fuß
Wegen der runden Gestalt der Erde ist für eine Weite von 28365 Fuß hinzuzusetzen = = = 20
2936

Höhe, durchs Nivelliren gefunden = 2926
Unterschied 10 Fuß

Höhe eines andern Standpunkts nach der geometrischen Ausmessung = = 2595 Fuß
Wegen der runden Gestalt der Erde auf eine Weite von 12158 Fuß ohngefähr = = = 4
2599

Höhe durchs Nivelliren gefunden = 2584
Unterschied 15 Fuß

514. Das Nivelliren gab mir also die Höhen geringer an, als die Messung mit dem Quadranten, welches bloß an der Strahlenbrechung liegen muß. In der Messung der Linien lag kein Fehler: die Stangen, deren ich mich dazu theils beym Nivelliren, theils bey der Messung der Standlinie bedient hatte, waren alle nach eben dem Maaße und mit eben der Genauigkeit verfertigt, die ich bey der Scale eines Barometers anwende.

Da

Da ich inzwischen nicht gewiß wußte, ob ich dem Nivelliren den Vorzug vor der Messung mit dem Quadranten geben sollte, so nahm ich mir vor, das erste nochmals zu wiederholen, und ward in diesem Vorsatze noch durch einen Zufall bestärkt.

Ich hatte den Berg von einem Ende zum andern nivellirt, ohne bey jeder meiner funfzehn Stationen besonders abzusetzen, und mich in Absicht auf das, was ich bis auf den nächsten Punkt bey jeder hinzusetzen, oder hinwegnehmen sollte, bloß mit einigen Merkmalen begnügt. Nach diesem Nivelliren, welches mir bloß die ganze Höhe des Berges gegeben hatte, vergiengen mehr als sechs Monate, ehe mir meine Geschäfte erlaubten, die Höhen der dazwischenfallenden Standpunkte zu bestimmen, und da ich dieses unternehmen wollte, hatte ich einige Umstände vergessen, die ich bloß meinem Gedächtnisse anvertrauet hatte, und welche die Höhen betrafen, die in einigen Fällen addirt, in andern subtrahirt werden sollten. Ich konnte mir also nicht den Grad der Gewißheit versprechen, den ich mir beym Anfange meiner Versuche zu erreichen vorgesetzt hatte.

515. Diese Ungewißheit bestimmte meinen Entschluß. Mein Bruder und ich unternahmen die Arbeit von neuem und bestimmten diesesmal die Höhen der Standpunkte mit Gewißheit. Wir fanden in der That hierinnen einigen Unterschied, und schon dieses wäre Vortheil genug von unserer zweyten Arbeit gewesen. Allein wir wurden noch mehr befriediget, da wir fanden, daß die ganzen Summen beyder Messungen nur um 10 ½ Zoll unterschieden waren.

Man

Man kan also alle Höhen, in denen das Barometer auf diesem Berge ist beobachtet worden, als mit der möglichsten Schärfe bestimmt annehmen.

Vielleicht veranlasset mich der Nutzen, den mir meine **Wasserwage** in Absicht auf Geschwindigkeit und Genauigkeit verschaft hat, dieselbe zum Gegenstande einer eignen Abhandlung zu machen. (g) Hier würde mich eine umständlichere Beschreibung derselben zu weit von meinem Zweck entfernen.

Höhenmessungen mit der Schnur.

516. Ich werde in der Folge von einigen Höhen reden, welche ich mit der **Schnur** gemessen habe. Obgleich diese Methode anfänglich sehr einfach scheinet, so ist sie doch einem Fehler unterworfen, den ich anzeigen muß. Wenn man die Höhe eines Orts mit der Schnur messen will, so muß man dieselbe mit einem zu ihrer Dicke proportionirten Gewichte beschweren, um sie gespannt zu erhalten. Dadurch dreht sie sich auf, wird dünner, und also auch länger. Nimmt man sie dann zurück, um sie zu messen, so wird sie in ihrem natürlichen Zustande zu kurz, um die Höhe genau anzugeben, die sie gespannt ausmaß. Diese Veränderung der Länge ist nach der verschiednen Windung und Beschwerung der Schnur, auch nach dem verschied-

(g) Diese Abhandlung ist nunmehr wirklich erschienen. Hr. de **Luc**, als er bey seinem Aufenthalte in Göttingen durch Hrn. Hofrath **Kästner**, Nachricht von gegenwärtiger Uebersetzung erhielt, rieth, dieselbe diesem zweyten Theile beyzufügen. Da dieß wegen des Raums und anderer Veranstaltungen nicht wohl möglich ist, so wird eine Uebersetzung davon entweder besonders, oder in einer in eben diesem Verlage zu veranstaltenden Sammlung physikalischer Abhandlungen erscheinen. A. d. U.

verschiednen Grade der Feuchtigkeit der Luft veränderlich: es giebt Fälle, wo der daraus entstehende Fehler auf $\frac{1}{50}$ der ganzen Länge betragen kann. Ich ward diesen Mangel gewahr, als ich einen Thurm zu verschiednen Zeiten maß, und der Unterschied, den ich in meinen Resultaten fand, überführte mich von der Unsicherheit dieser Methode. Ich habe also folgendes Verfahren an ihre Stelle gesetzt.

517. Ich bediene mich eines dünnen Schnürgens, das bloß aus zween Fäden besteht, und nur leicht zusammengedrehet ist; daran hänge ich ein Gewicht, das mit der Stärke und Länge desselben im Verhältniß steht, und lasse es an dem Orte, dessen Höhe ich messen will, so lang herabhängen, bis ich an dem Gewichte kein Drehen mehr bemerke. Hierauf ziehe ich das Schnürgen an einer Meßstange hin, die so lang ist, als der Platz es erlaubt, und deren Länge ich an der noch gespannten Schnur mit Dinte bemerke, indem ich die unten gemachten Merkmale nach einander bis an ihr oberes Ende heraufziehe. Ist die Schnur ganz herauf, so zähle ich diese Merkmale zusammen, und sie zeigen mir die Höhe so genau an, als ob ich sie ganz und gar mit der Stange gemessen hätte. So habe ich alle Höhen der Orte bestimmt, an welchen ich Beobachtungen gemacht habe, bloß die auf dem Berge Saleve ausgenommen.

Ende der dritten Abtheilung.

Vierte Abtheilung.

Beobachtungen und Untersuchungen über die Mittel, die Dichte der Luft zu jeder Zeit und an jedem Orte zu erfahren, und ihre Kenntniß auf die Höhenmessungen mit dem Barometer anzuwenden.

Erstes Capitel.

Wirkungen, welche die Veränderung der Wärme der Luft auf den Barometerstand in verschiednen Höhen hervorbringt.

Die Vorsicht, mit welcher ich zu verhüten gesucht hatte, daß sich keine fremden Ursachen mit den Wirkungen des **Drucks der Luft** auf das Barometer verbinden möchten, setzte mich gleich bey dem Anfange meiner Beobachtungen in Stand, eine merkwürdige Erscheinung zu entdecken, deren aufmerksame Untersuchung mich überführte, daß ich bey Unternehmung meiner Arbeit noch nicht alle ihre Schwierigkeiten vorausgesehen hatte.

518. Ich hatte einst mein Barometer an einerley Stelle eines Berges an einem Tage zweymal beobachtet, und das zweytemal das Queckſilber höher als das erstemal gefunden. Dieser Unterschied setzte mich

mich anfänglich gar nicht in Verwunderung, weil ich glaubte, es werde sich unten in der Pläne, wo man während der Zeit ebenfalls beobachtete, eine ähnliche Veränderung zugetragen haben. Allein ich erstaunte, als ich fand, daß sie daselbst nach der entgegengesetzten Richtung erfolgt sey. Ich konnte diesen Unterschied weder einem Mangel an Genauigkeit im beobachten, noch einem Fehler der Barometer zuschreiben: er mußte also von der Luft herrühren, und es schien mir um so viel nöthiger, den Grund davon zu untersuchen, da der Unterschied selbst so beträchtlich war, daß ich alle Hoffnung aufgeben mußte, meinen Zweck zu erreichen, wenn ich nicht Mittel finden konnte, die Ursache desselben zu entfernen, oder die Größe ihrer Wirkungen zu bestimmen.

519. Da ich diese Bemerkung machte, war die Luft nicht ganz heiter, und in diesem Umstande glaubte ich die Erklärung dieser mir so unerwarteten Erscheinung zu finden. Vielleicht, dachte ich, ist beym Fallen des Barometers die Ursache desselben im Anfange noch nicht allgemein genug durch die ganze Atmosphäre verbreitet, und so kann sie etwa auf eine Säule derselben stärker, als auf die andre, wirken.

520. Ich hielt mich an diese Hypothese, da man sich doch allezeit an eine halten muß, wenn man einen Plan zu Versuchen entwerfen will. Dem zu Folge beschloß ich an einem Tage, da sich der Barometerstand wahrscheinlicherweise nicht sehr ändern würde, an einem Standpunkte auf dem Berge zu bleiben, und daselbst von Morgen bis zu Abend zu beobachten, in der Pläne aber dieses ebenfalls thun zu lassen. Würde diese erste Beobachtung meiner

Vermuthung einige Wahrscheinlichkeit geben, d. i. würde diesen Tag über der Gang beyder Barometer übereinstimmend seyn, so dachte ich meinen Versuch zweymal zu wiederholen, einmal nämlich an einem Tage, da ich ein Steigen des Barometers, das andremal an einem, da ich ein Fallen desselben vermuthen könnte.

521. An einem heitern Tage fieng ich an, diesen Plan auszuführen. Vom Aufgang der Sonne bis zu ihrem Untergange beobachtete ich an einerley Stelle des Berges Barometer und Thermometer alle Viertelstunden. Das Barometer stieg in den ersten drey Vierteln des Tages, und fiel in dem letzten wiederum herab. Nun war ich ungeduldig, die in der Pläne gemachten Beobachtungen zu sehen. Sobald ich zurückkam, untersuchte ich dieselben, konnte sie aber aus dem ersten Anblicke nicht beurtheilen, weil die Verschiedenheit der Wärme des Queckſilbers den wahren Gang des Barometers noch verbarg, welches ich hier nothwendig bemerken muß.

522. Ich berichtigte also alle beobachteten Barometerhöhen nach der oben erklärten Regel (492.), und stellte nun die zusammengehörigen Beobachtungen nebeneinander. Die sonderbare Verschiedenheit, welche ich hierbey fand, brachte mich zuerst auf einen Weg, auf welchem ich bald die Ursache der Erscheinung entdeckte, die mich anfänglich in Verlegenheit gesetzt hatte. Das Barometer auf dem Berge war vom Morgen an bis an das letzte Viertel des Tages merklich gestiegen, da indessen das in der Pläne befindliche gefallen war: dagegen war gegen das Ende des Tages das Barometer auf dem Berge gestiegen, und das andere in der Pläne gefallen.

523. Jetzt

523. Jetzt konnte ich nicht mehr die Veränderung des **Wetters** als die Ursache dieser besondern Verschiedenheit ansehen, da der ganze Tag sehr heiter und schön gewesen war: ich sahe vielmehr deutlich, daß sie von den Wirkungen der verschiednen Wärme auf die Luft herrührte. Und in der That war auch mein Thermometer (das ich den ganzen Tag über der freyen Luft ausgesetzt hatte, und das also die Veränderungen ihrer Temperatur richtig genug anzeigen mußte) in eben den Zeiträumen gestiegen und wieder gefallen, in welchen das Barometer ähnliche Veränderungen gezeigt hatte. Der Unterschied des Ganges meiner Barometer war also offenbar in der Temperatur der Luft zu suchen. Wie kann aber das eine Barometer steigen, wenn das andere fällt? Ich erkläre mir diese Folge entgegengesetzter Wirkungen aus einerley Ursache durch folgende Schlüsse.

524. Wenn die Sonne durch ihre Erscheinung über dem Horizonte eines Ortes den Theil der Atmosphäre, der auf demselben ruhet, ausdehnet, so muß die **Ausbreitung** der Luft nothwendiger weise nach dreyen Hauptrichtungen erfolgen: von Abend gegen Morgen, von Morgen gegen Abend, und von unten nach oben. Wir wollen zuerst die beiden erstern betrachten, und theils die unmittelbaren Beweise ihres wirklichen Daseyns, theils ihren Einfluß auf das Barometer in der Pläne in Erwegung ziehen.

Die Oberfläche der Erde ist die Grundfläche der Atmosphäre, und der unbewegliche Gegenstand, gegen welchen diese ihre Kraft äußert. Die Erde bietet durch ihren täglichen Umlauf der Sonne einen Theil dieser Oberfläche nach dem andern dar, über welchem

die Luft zu Anfange noch dichter, als über den schon erwärmten Theilen ist. Sobald die Sonne über dem Horizont erscheinet, breitet sich daselbst die Luft aus, und geht durch diese Vermehrung ihres Volumens an die Orte, auf welche die Sonne noch nicht wirket, oder gegen die, welche sie eben verlassen hat. So nimmt die Luft, welche in steter Bewegung ist, und von der erwärmten Halbkugel ausgehet, den Platz ein, den die an den nicht erwärmten Theilen verdichtete Luft leer läßt, und wird nach denen Theilen zu getrieben, welche bald darauf wieder von der Sonne erwärmt werden, wo aber unter übrigens gleichen Umständen die Tageswärme wegen der langen Abwesenheit der Sonne eben am schwächsten ist.

526. Wir finden einen Beweis dieser letztern Bewegung der **Luft** an dem **Ostwinde**, der bey Aufgang der Sonne wehet, und den wir im freyen allezeit empfinden, wenn er nicht durch Wolken aufgehalten, oder von einem andern Winde überwältiget wird. Wenn also die Sonne über unserm Horizonte steht, so geht aus unserm Theile der Atmosphäre dieser **Ostwind** in die Länder, welchen die Sonne nach und nach aufgehet. Auch wird von unserer Gegend aus die Luft an denen Orten verdichtet, denen die Sonne untergehet.

527. Ich will hierüber nur eine einzige Bemerkung machen: denn ich will weder die Lehre von den Winden abhandlen, noch auch untersuchen, was aus dem Uebergange der Sonne von einem Wendekreise zum andern, und aus dem gestörten Gleichgewicht zwischen Luftsäulen von verschiedner Wärme erfolgen müsse. Ich will hier nur folgendes bemerken. Wenn wir keinen beständigen Wind beym Untergange

tergange der Sonne wahrnehmen, so rührt dieses daher, daß die Wärme schon lange vorher anfängt abzunehmen, ehe die Sonne untergeht. Dieß macht, daß sich die Luft nach und nach verdichtet, und die neuhinzukommende von allen Seiten ohne merkliche Gewalt zufließet. So ist das Wasser hinter einem Schiffe, welches dasselbe durchschneidet, beynahe ganz in Ruhe, da es doch am Vordertheile sehr schnell von den Seiten abfließet.

528. Je mehr also die Sonne eine Gegend erwärmet, desto stärker dehnet sich die Luft in derselben seitwärts aus. Daher muß das Barometer während dieser Zeit in dem untern Theile der Luftsäulen fallen, weil die Menge der darauf drückenden Luft abnimmt. Denn da die ganze Luftsäule sich oben gegen nichts stemmet, so kann ihre **Federkraft** keine merkliche Wirkung hervorbringen, (wie dieses einige Naturforscher haben behaupten wollen) und man darf nichts als ihre **Schwere** in Rechnung bringen.

529. Allein eben deswegen, weil sich der Ausdehnung der Luft nach oben zu nichts widersetzet, als das Gewicht der aufgehobenen Lufttheilchen, und die Oberfläche der Erde der Gegenstand ist, gegen den sich die Luft stemmet, so muß sich bey zunehmender Wärme Luft aus den niedern Gegenden auf die Berge erheben. Nun braucht es einige Zeit, ehe die verlängerten Säulen über die benachbarten abfließen können. Der durch die Sonne erwärmte Raum ist sehr groß, und da die mittlern Theile desselben mehr, als die an den Seiten erwärmt sind, so muß daraus ein **Anschwellen** auf der Oberfläche entstehen, so wie der Mond ein ähnliches auf dem Meere verursachet, und die Luft muß von dem Gipfel der dadurch

entstandenen Erhöhung auf die niedrigern Theile herabfließen. So werden also die wärmern Luftsäulen länger, als die weniger erwärmten, und in jeder Säule giebt es einen durch den Grad und die Vertheilung der Wärme bestimmten Punkt, an welchem sich das Gewicht der darüber befindlichen Luft nicht verändert, weil sich daselbst das Wachsthum der Höhe der Säule, und das Abnehmen ihrer Dichte einander gerade aufheben. Dieser Punkt ist in den gewöhnlichen Fällen nicht weit über die Pläne erhaben, aber wegen der Beschaffenheit der Ursachen, durch die er bestimmt wird, sehr veränderlich. Je höher man über diesen Punkt hinaufkömmt, desto mehr bekömmt die Wirkung der Verlängerung der Säulen über die Wirkung der Verminderung ihrer Dichte das Uebergewicht. In dem obern Theile der Atmosphäre nimmt also der Druck der Luft bey wachsender Wärme zu, wie es auch das Barometer anzeigt. Denn wenn es an einem hohen Orte beobachtet wird, so steigt es höher, wenn die unter ihm befindliche Luft wärmer wird.

530. Ich habe diese Wirkung der Veränderungen der Wärme zu oft wiederholtenmalen, unter verschiednen Verbindungen der Umstände beobachtet, und kann sie auf drey Hauptfälle bringen.

1) Wenn der Barometerstand sich nicht verändert, d. i. wenn einige Tage nacheinander das Queckfilber zu gleichen Tageszeiten auf gleichen Höhen steht, so fällt es in der Tiefe und steigt auf den Bergen bey zunehmender, und thut das entgegengesetzte bey abnehmender Wärme.

2) Wenn

2) Wenn die Atmosphäre so beschaffen ist, daß die Barometer steigen wollen, und zugleich die Wärme zunimmt, so können die Barometer in der Tiefe auf einerley Punkte stehen bleiben, da inzwischen die auf den Bergen aus einer doppelten Ursache steigen. Nimmt der Druck der Atmosphäre noch mehr zu, so steigen nun auch die ersten Barometer, aber weniger als die letztern. Und wenn die Wärme abnimmt, so können die Barometer auf den Bergen zu steigen aufhören, da indessen die in der Tiefe aus einer doppelten Ursache steigen.

3) Wenn sich der Zustand der Luft so verändert, daß die Barometer fallen wollen, und die Wärme dabey zunimmt, so kann das Queckſilber in den Barometern auf den Bergen unbeweglich bleiben, und in der Tiefe fallen (*g*). Oder, wenn sich der Druck der Atmosphäre noch beträchtlicher vermindert, so fällt das Queckſilber auch in den erstern, aber weniger, als in den letztern, und umgekehrt, wenn die Wärme abnimmt.

Die Größe des Unterschieds der Veränderungen beider Barometer hängt von dem Unterschiede der

(*g*) Ein solches Stillstehen des Barometers in der Höhe zu Zeiten, da es in der Tiefe fällt, habe ich nicht nur einigemal auf dem Berge Saleve, sondern auch am 27. August 1763 auf dem Gipfel eines weit höhern Berges, des **Mole** in **Faucigny** beobachtet. Der Barometerstand änderte sich von 11 Uhr an bis zu Mittag nicht; da doch die Barometer in der Tiefe indessen um $\frac{1}{4}$ Linie gefallen waren. Mittlerweile hatte die Wärme um $1\frac{1}{2}$ Grad nach der Scale von 80 Graden zugenommen. Die Höhe des **Mole** über den Genfersee fand ich durch Barometerbeobachtungen 4560 Fuß.

Höhen der Orte ab, wie nothwendig aus dem vorigen folgt.

531. Als ich diese Erscheinungen und alle ihre Folgen untersucht hatte, sahe ich deutlich, daß ich entweder meine ganze Arbeit aufgeben, oder Mittel suchen müsse, den mittlern Grad der Wärme einer jeden zu messenden Luftsäule, und den Einfluß desselben und seiner Veränderungen auf die relativen Barometerhöhen zu erfahren (*h*).

532. Hier-

(*h*) In der Geschichte der Versuche, Höhen mit dem Barometer zu messen (333.) habe ich unter andern der Methode des Herrn Lambert, Mitgliedes der königl. Akademie zu Berlin, gedacht, und dieser Theil meines Werks ist schon seit langer Zeit abgedruckt. Herr le Sage, der mit Herrn Lambert im Briefwechsel stehet, bat mich um ein Exemplar von dem Blatte, auf welchem ich von dieser Methode rede, um es ihm zu übersenden. Er erhielt darauf von Herrn Lambert folgende Antwort, die ich mit Vergnügen bekannt mache, weil sie zeigt, daß dieser Gelehrte schon auf die Wirkung gedacht habe, welche die Verschiedenheit der Wärme in den Verhältnissen der Höhen der Luft zu den Barometerveränderungen hervorbringt.

„Das Blatt des de Lucschen Werks hat mir viel Ver„gnügen gemacht, wofür ich ihnen Dank schuldig bin. „Ich sende ihnen meine Bemerkungen darüber, welche „sie, wenn es ihnen gefällt, Herrn de Luc mittheilen „können.“

„Von dem, was ich über diese Materie geschrieben „habe, scheint Herr de Luc, wenn ich nach dem Blatte „urtheilen soll, nichts weiter gesehn zu haben, als „was sich in der daselbst angezeigten Schrift findet. „Aber auch da habe ich (S. 461. §. 52.) ausdrücklich „die Einschränkung beygefügt: wenn der Zustand „der Luft durch die Wärme und Dünste nicht

„ver-

532. Hierzu schien mir kein Mittel bequemer, als die Wärme der beiden äußersten Enden der Luftsäule, die zwischen beiden Barometern enthalten wäre, zu beobachten, und deswegen zwey Thermometer, das eine in der Tiefe, das andere auf einem Berge, der freyen Luft auszusetzen.

Zwey-

„verändert würde. Ich wünschte, daß es Herrn „de Luc gefallen hätte, diesen Zusatz zu erwähnen. „Ueberhaupt führe ich in dieser Stelle die Höhenmes„sungen mit dem Barometer nur als ein Beyspiel an.“

„Die von mir angezeigten Höhen der Berge sind nicht „mehr diejenigen selbst, die Herr Cassini, der sie ge„messen hat, angiebt, sondern ich habe sie gefunden, „nachdem ich seine Messungen durch Berechnung des „Einflusses der Strahlenbrechung berichtigt hatte. „Diese Berichtigungen belaufen sich auf 40, 50, ja „selbst auf 80 Toisen. In einem Falle mußte ich so „gar $168\frac{1}{2}$ Toise abziehen, weil der Berg aus einer „Entfernung von 87740 Toisen war gemessen worden. „Alles dieses findet man in meiner Schrift: *sur les „proprietés remarquables des routes de la lumière „par les airs, et en général par plusieurs milieux „refringens sphériques et concentriques* &c. à la „Haye 1758, wo ich auch anzeige, daß diese baromes„trischen Beobachtungen unter einerley Himmelsstrich, „und zu einerley Jahrszeit gemacht worden.“

Herr Lambert gedenkt auch in seinem Schreiben einer Abhandlung über diesen Gegenstand, die er der churbayrischen Akademie im Jahr 1762 überschickt habe, die aber noch nicht gedruckt sey.

Herrn Lamberts Vermuthung, daß ich von seinen hiehergehörigen Schriften keine, als die erwähnte gesehen habe, ist gegründet: und auch von dieser habe ich eigentlich nichts, als die angeführte Stelle gesehen, weil ich die deutsche Sprache nicht verstehe, und man mir nichts weiter, als diese Stelle übersetzt hatte.

Zweytes Capitel.

Warum die gemeinen Thermometer den Grad der Wärme der von der Sonne erhitzten Luft nicht genau angeben, und wie man sie zu dieser Absicht geschickt machen könne.

Da ich die Nothwendigkeit einsahe, die Temperatur der Luft während der Versuche mit dem Barometer zu beobachten, so untersuchte ich das Thermometer in dieser Absicht, und gerieth sogleich auf die Vermuthung, daß seine gewöhnliche Einrichtung dazu nicht schicklich sey.

533. Dem zu Folge stellte ich mit einigen Thermometern Proben an, indem ich sie der freyen Luft aussetzte. Einige waren auf Tannenholz, andere auf Birnbaum, und noch andere auf kupferne und da, wo die Kugel lag, durchbrochene Platten befestiget. Auf meinem Zimmer stimmten alle diese Thermometer miteinander überein; sobald sie aber der Sonne ausgesetzt wurden, stiegen sie sehr verschiedentlich, und hielten sich desto höher, je dichter die Materie ihres Gestelles war: zwischen den Thermometern auf Kupfer, und denen auf Tannenholz belief sich der Unterschied auf 3 Grade. Ich wiederholte diesen Versuch einigemal, und fand stets einerley Ordnung der Verschiedenheit, doch in verschiednen Verhältnissen.

534. Nun-

534. Nunmehr hieng ich eben diese Thermometer ohne Gestell an die Sonne, und bemerkte ihre Höhen an den Röhren. Sie standen alle auf einerley Höhe, und alle tiefer, als sie vor ihrer Abnehmung von den Gestellen gestanden hatten.

535. Die Ursache dieser Verschiedenheit läßt sich leicht einsehen. Die Kugel eines Thermometers ohne Gestell nimmt die Sonnenwärme nur mit der einen Hälfte ihrer Oberfläche an, die andere wird durch alle die Ursachen, welche sich in der Luft mit der Sonne verbinden, um den Grad der Wärme zu bestimmen, unaufhörlich abgekühlt. Diese Ursachen wirken nun auch auf das Queckſilber, und bestimmen den Grad seiner Ausdehnung. Das Thermometer auf dem Brete aber wird nicht von hinten zu abgekühlet, das Queckſilber erwärmt sich darinnen so, wie die Luft es thun würde, wenn die Sonne allein auf sie wirkte: und dieß um so viel mehr, je dichter die Materie des Brets ist. Die hinter der Kugel der erwähnten Thermometer in die Kupferplatte gemachte Oefnung konnte einen großen Theil dieser Wirkung nicht hindern, weil die Stärke der Platte den freyen Umlauf der Luft hinderte, und die von der Sonne erhitzte Platte selbst dem an ihr liegenden Thermometer ihre Wärme mittheilte.

536. Wenn man also Thermometer, welche der Sonne ausgesetzt sind, vergleichen will, so müssen ihre Kugeln frey, und ihre Scalen unmittelbar an der Röhre befestiget seyn. In diesem Zustande haben die meinigen stets mit einander übereingestimmt, und dieß wäre schon Beweis genug, daß sie die Temperatur der Luft genau ausdrücken. Aber ich habe noch überdieß bemerkt, daß sich im freyen ihre Aus-

dehnung

dehnung nicht änderte, wenn auch gleich die Kugeln durch den Schatten eines Baumblattes für der Sonne bedeckt waren, wenn nur das Blatt in einiger Entfernung davon stand. In diesem Falle aber hatte die kleine Schicht von Luft um die Kugel und die Kugel selbst gewiß einerley Temperatur mit der äußern Luft. Auch habe ich bemerkt, daß, wenn ich zwey Thermometer mit dem Rücken gegeneinander, das eine gegen die Sonne, das andere von ihr hinwegkehrete, sich das erstere höher, das letztere tiefer, als die vom Gestell abgenommenen hielt, und daß das Mittel zwischen ihren beiden Ständen beynahe mit der wahren Temperatur der Luft überein kam.

537. Man sieht das Thermometer, welches ich zu meinen Beobachtungen gebraucht habe, Taf. III. Fig. 3., wo es an die kleine Thüre *c d* befestiget ist. Diese **Thüre** mit dem Thermometer habe ich Taf. V. Fig. 3. in ihrer natürlichen Größe vorgestellt, um dadurch, so viel als möglich, die Mittel anzugeben, durch welche ich es an dem Futterale festmache, ohne doch zu verhindern, daß man es beym Gebrauch aufs leichteste abnehmen könne.

Die Röhre dieses Thermometers ist sehr zart, und der äußere Durchmesser seiner Kugel beträgt nicht über drey Linien. Die Kugel muß sehr klein seyn, damit das Queckſilber die Temperatur der anliegenden Luft geschwinder annehme, welches die Beobachtungen sehr abkürzt.

Ich befestige die Röhre an zween Orten mit Drath, der mit Seide umwunden ist, auf ein kleines Stück Tannenholz *c d e f* (Taf. V. Fig. 3.), welches unten schräg abgeschnitten ist, damit die Sonne allezeit sowohl die freystehende Kugel, als auch einen

halben

halben Zoll von der Röhre selbst frey bescheinen könne. Oben ist die Röhre zurückgebogen, damit sie nicht an dem Holze, auf welches die Scale gezeichnet ist, hinglitschen könne.

Die geringe Größe und die Leichtigkeit dieses Thermometers machen es auf dem Felde sehr bequem. Der schwächste Zweig eines Gesträuches ist vermögend, es zu tragen: ja oft hänge ich es nur mit einer Nadel an ein Baumblatt. Es läuft auch nicht so viel Gefahr zu zerbrechen, wenn es ja durch einen Zufall auf die Erde fällt, wie mir dieses mehr als einmal begegnet ist. Um es in dem Futteral des Barometers selbst in Sicherheit zu stellen, setze ich seinen untern Theil in das an der kleinen Thüre befindliche Behältniß *ggg*. Dieses ist mit einem Küssen ausgefüttert, welches mit Baumwolle ausgestopft und mit Nesseltuch überzogen ist, und auf welchem die Kugel ruhet.

538. Ich habe von dem Stück Tannenholz, auf welches die Scale gezeichnet ist, nur den Umriß angegeben, um die innern Theile so vorstellen zu können, als ob dasselbe durchsichtig wäre. Diese innern Theile, die ich eben beschreiben will, dienen, das Thermometer an die kleine Thüre zu befestigen, jedoch so, daß man es leicht abnehmen und wieder ansetzen könne.

Die Linien *hhhh* bezeichnen eine Vertiefung in dem Brete des Thermometers hinter dem obern Theile der Röhre. In diese Vertiefung geht eine Feder von meßingenem Drath *r*, *i*, *k*, welche in *k* an der kleinen Thüre befestiget ist. Bey i ist diese Feder gebogen, und ihre Krümmung geht in eine kleine Rin-

ne.

ne. *l, l* sind zween Stifte an der Seite der Feder, welche sie fest halten. Sie gehen eben so, wie die Feder selbst in die Vertiefung *h, h, h, h*, und verhindern dieselbe, zur Rechten oder Linken auszuweichen. *m m* ist ein **Queerriegel** in Gestalt einer Klammer, welcher hinten an dem Brete des Thermometers steht, und bis an seine Oberfläche im Holze steckt. Will man nun das Thermometer im Futterale an seine gehörige Stelle bringen, so setzt man es etwas höher, als die Figur vorstellet, so daß der Queerriegel *m m* über der Spitze der Feder *r* stehe. Nun stößt man das Thermometer von oben herunter, so drückt der Queerriegel die **Spitze** der Feder wegen ihrer schiefen Richtung von der Thür ab, hebt ihre Krümmung aus der Rinne heraus, und schlüpft darunter hinweg: wenn er aber über die Krümmung hinaus ist, fährt die Feder in die Rinne zurück, und der Queerriegel verhindert, daß das Thermometer nicht wieder hinaufgehen kann. In dieser Stellung zeigt es sich in der Figur. Wenn der Queerriegel an der Spitze der Feder steht, geht zu gleicher Zeit der Stift *n n*, der in dem Behältnisse für die Kugel parallel mit der kleinen Thüre steht, in ein Loch in dem Brete des Thermometers. Wenn also der Queerriegel unter die Feder gekommen ist, kann sich das Thermometer nach keiner Seite bewegen.

Das Stück *p* am obern Theile des Thermometers ist von Meßing. Es spaltet sich unten in zween Theile, seine Ränder stehen unter rechten Winkeln auf den beiden innern Flächen der Spaltung, und ihre Enden sind abgerundet und durchbohret. Durch ihre Löcher geht der Stift *q q* in das Bret des Thermometers, so daß das Stück *p* sich frey um

denselben

denselben bewegen läßt. Wenn das Thermometer an seinem Orte steht, so geht die Spitze der Feder zwischen den beiden Enden *o o* dieses Stücks durch, und zeigt sich über der Spalte desselben bey *r*.

Will man das Thermometer abnehmen, so ergreift man es oben mit dem Daumen und Mittelfinger, legt den Zeigefinger auf das meßingene Stück *p*, zieht dieses vorwärts, und hebt dadurch die Spitze der Feder, die es bey *r* berührt, von der Thür ab. So kann man das Thermometer in die Höhe ziehen, der Queerriegel *m m* geht unter der Feder hinweg, die Spitze *n n* aus dem Brete heraus, und das Thermometer wird frey. Man hängt es an dem Loche des Stückes *p*, oder an einer Schnur auf, die man durch dieses Loch gezogen hat. Alles dieses läßt sich mit großer Geschwindigkeit und ohne Mühe verrichten.

539. Ich wußte beym Anfange meiner Beobachtungen nicht, welche Scale für dieses Thermometer die schicklichste seyn würde, und gab ihm indessen eine von 80 Theilen zwischen den festen Punkten.

Mit solchen Thermometern fieng ich an zu beobachten. Ich setzte während meiner Beobachtungen auf dem Berge eines davon der freyen Luft aus, da man indessen in der Tiefe ein anderes auf eben diese Art beobachtete. Ich nahm beide Beobachtungen zusammen, und sahe ihr Mittel als die mittlere Wärme der zwischen den beiden Standpunkten enthaltenen Luftsäule an.

Ich konnte mir nun schmeichlen, auf meinem Wege schon weit gekommen zu seyn: allein es kostete noch sehr viel Mühe, nützliche Folgen daraus zu ziehen. Noch waren viele Beobachtungen in ver-

schiednen Höhen und Temperaturen nöthig, um das Gesetz zu finden, dem die Atmosphäre in ihrer Ausdehnung durch die Wärme folgt, und zu entdecken, ob sich in die beobachteten Veränderungen keine fremden Ursachen eingemischt hätten.

Ich ließ mich durch die Arbeit, die ich voraussahe, nicht abschrecken, weil sie mir wichtige Entdeckungen versprach, und habe in den Jahren 1755 bis 1760 theils auf dem Berge **Saleve**, theils anderwärts, mehr denn vierhundert Beobachtungen gemacht, die man nebst ihren Resultaten in den folgenden Capiteln finden wird.

Drittes

Drittes Capitel.

Untersuchungen über das Gesetz der Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, und durch die Verminderung des senkrechten Drucks ihrer Theile auf einander. Allgemeine Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer, welche sich auf dieses Gesetz gründet.

540. Die beiden Ursachen, von denen ich handlen will, waren bey meinen Barometerbeobachtungen so sehr mit einander verwickelt, daß ich nur erst nach vieler Zeit und Mühe den Einfluß einer jeden insbesondere auf die gänzliche Wirkung habe entdecken können. Um das Gesetz zu finden, nach welchem sich die Ausdehnung der Luft wegen einer jeden von diesen Ursachen richtet, mußte ich Mittel finden, die Wirkung der andern abzuziehen, und dazu konnte ich nicht anders, als durch vielfältiges Versuchen, gelangen. Es war ein Vortheil für die Sicherheit meiner Untersuchungen, daß ich eine große Menge von Beobachtungen gesammlet hatte: aber eben dieses verursachte mir auch bey jedem Versuche desto längere Arbeit. Indessen ward ich anfänglich durch das reizende der Aussicht auf eine neue Entdeckung ermuntert, dann aber unterhielt die Furcht, meine überstandne Mühe verloren zu sehen, und die Hoffnung eines glücklichen Erfolgs meinen Eifer, und so gelangte ich endlich zu dem Ziele meiner Unternehmungen.

Erster Versuch, die Wirkung der Wärme auf den Druck der Luft besonders zu bestimmen.

541. Nach meinen auf dem Berge **Saleve** angestellten Beobachtungen verglich ich zuerst die mir schon nach (508.) bekannten Höhen der Beobachtungsorte, mit den mittlern Barometerständen an denselben, nahm alle Resultate dieser Vergleichung zusammen, und verfertigte bloß nach diesen Erfahrungen ohne Rücksicht auf irgend eine Theorie, eine Tafel über die **Höhen**, die mit gewissen **Größen des Queckſilberfalls** übereinstimmten. Nun berechnete ich alle meine Beobachtungen nach dieser ersten Tafel, und ordnete diejenigen, die an einerley Orte gemacht waren, nach dem Grade der Wärme der Luft, der durch das Mittel zwischen den Thermometerbeobachtungen in der Tiefe und auf dem Berge bestimmt war. Hierauf suchte ich für alle meine Standpunkte den mittlern Unterschied, den eine Veränderung der Wärme von einem Grade des Thermometers in den **berechneten Höhen** hervorbrächte, und zog aus der Vergleichung aller Resultate die erste Formel, für die Wirkungen dieser Ursache, allein betrachtet.

542. Durch diese Formel berichtigte ich nun für jede Beobachtung die **Höhen**, welche mir die erste Rechnung gegeben hatte. Schon hierdurch wurden sie weit übereinstimmender. Da aber die ersten Werthe, die ich einer jeden Linie **Queckſilberfall** im Barometer zugeordnet hatte, unmittelbar aus Beobachtungen hergeleitet waren, welche ich noch nicht wegen der Wärme berichtiget hatte, so mußte ich

andere an ihre Stelle setzen, die nun aufs neue so gut als möglich mit den wirklich gemessenen **Höhen** übereinstimmen würden.

543. Ich muß hier anmerken, daß ich mich zu Anfange meiner Beobachtungen durch das Beyspiel der meisten Naturforscher (wovon ich doch Herrn **Bouguer** ausnehme, dessen Werk mir noch unbekannt war) verleiten ließ, zu glauben, jede Reihe von der Art der gesuchten müsse von der **Meeresfläche** (*i*) anfangen. Dem zu Folge mußte ich die Höhe der Beobachtungsorte von dieser gemeinschaftlichen Grundfläche an gerechnet, wissen. Ich suchte daher zu dieser Kenntniß zu gelangen, und erreichte auch diese Absicht durch Beobachtungen, die ich zu **Genua** anstellte, und von denen ich in der Folge reden werde. Als ich diesen Punkt, den ich für so nothwendig hielt, bestimmt hatte, brachte ich ihn als eine wesentliche Bedingung in meine Untersuchungen. Ich ordnete nämlich jeder Linie **Quecksilberfall** unter 28 Zoll, als der mittlern Barometerhöhe am Ufer des Meers, eine positive **Höhe** zu. Dieß ist die gewöhnliche Methode, in die ich damals kein Mistrauen setzte.

(*i*) So sind alle verfahren, deren Regeln ich im vierten Capitel der ersten Abtheilung angeführt habe, Herrn **Bouguer** ausgenommen. Herr **Desaguiliers** drückt sich hierüber so aus: Man mißt gemeiniglich die Barometerhöhen von dem Stande des Barometers an der Meeresfläche an. Darauf muß man alle Beobachtungen reduciren, wenn man genau verfahren will. (*Cours de Phyſ. exp.* Uebers. des **P. Pézenas** 4to To. II. p. 287.)

Man wird hier schon gewahr werden, daß ich eine Reihe von Proben und Versuchen durchzugehen gedenke. Vielleicht wird man glauben, ich hätte nach Ankündigung einer bestimmten Regel, die umständliche Beschreibung meiner ersten Versuche unterdrücken, und bloß meine gefundene Regel nebst den Erfahrungen, die ihr zum Grunde dienen, vortragen sollen. Um diesen Einwurf im voraus zu beantworten, muß ich anmerken, daß in allen den Versuchen, deren ich gedenken werde, nichts willkührliches sey, und daß mich die Natur der Sache selbst Schritt vor Schritt auf dieselben geleitet habe. Man wird aus der Erzehlung dieser Versuche einige Ausnahmen kennen lernen, an welche man sonst nicht gedacht hatte, und wenn ich nach dieser allmähligen Entwickelung die Methode erklären werde, auf die ich zuletzt gekommen bin, so werde ich alsdann nicht erst nöthig haben, wieder zurückzugehen, um die Nothwendigkeit eines jeden Theiles der Regel zu zeigen, die ich durch die Erfahrung gefunden habe.

544. Als ich die Tafel des Herrn **Mariotte** mit meiner zum erstenmal für die Wirkung der Wärme berichtigten verglich, fand ich beide sehr verschieden in Absicht auf die Größen, die einerley Barometerhöhen zukamen, in Absicht auf das Wachsthum derselben aber zeigte sich eine große Uebereinstimmung. Ich freute mich sehr darüber, denn sie führte mich auf ein sehr einfaches, und den Begriffen der größten Naturforscher gemäßes Gesetz, nach welchem sich die Verdichtungen, wie die drückenden Kräfte verhalten mußten. Und da nach diesem Gesetz die Höhen der Atmosphäre, welche gleichen aufeinanderfolgenden Queckſilberfällen im Barometer zukommen,

men, in einer harmonischen Reihe fortgehen mußten, so kam es nur darauf an, den **gemeinschaftlichen Dividend** zu finden, der meinen Beobachtungen zu Folge einer jeden Barometerhöhe für eine bestimmte Temperatur der Luft zukäme. (Was dieser **gemeinschaftliche Dividend** sey, werde ich denen, die es nicht sogleich übersehen, unten (579.) erklären). Ich fand dafür die Zahl 25390, welche dividirt durch die Reihe der Queckſilberhöhen von **Linie** zu **Linie**, und von 28 **Zollen** (als der mittlern Barometerhöhe am Ufer des Meers) an, eine harmonische Reihe von Quotienten gab, welche die **Höhen** der Atmosphäre, die dem **Queckſilberfalle** von **Linie** zu **Linie** zukamen, in **Schuhen** ausdrückten.

545. Ich brachte diese **Höhen** in eine Tafel, und da mich meine Beobachtungen zu **Genua** gelehret hatten, daß das Barometer am Ufer des Meeres etwa 15 **Linien** höher, als an dem Orte stehe, auf welchen ich alle meine Beobachtungen auf dem Berge **Saleve** bezog, so ward das funfzehnte Glied meiner Reihe, das erste aller meiner Rechnungen.

Zweyter Versuch, die Wirkung der Wärme auf die Dichte der Luft zu entdecken. Einfluß der Barometerveränderungen an einerley Orte.

546. Ich war mit diesem ersten Versuche zufrieden genug. Inzwischen blieben dabey noch immer Abweichungen übrig, die mich in Verlegenheit setzten. Um die Ursache derselben zu entdecken, beschloß ich, alle meine Beobachtungen nach ihren Resultaten zu ordnen, und für jeden Standpunkt diejenigen

nigen zuerst zu setzen, welche die geringste Höhe gäben, und ihnen alle dabey befindliche Umstände beyzufügen. Meine Absicht war, durch dieses Mittel zu entdecken, ob die Vergrößerung der durch die Rechnung gefundnen **Höhen** mit irgend einer Ursache übereinstimme, die sich bestimmt genug zeige, um in Betrachtung gezogen zu werden.

547. Als ich meine Beobachtungen in dieser Ordnung betrachtete, sahe ich, daß meine Regel den Beobachtungsorten eine desto größere Höhe gab, je höher zur Zeit der Beobachtung das Barometer in der Tiefe gestanden hatte. Die Verbindung, die ich zwischen diesen beiden Unterschieden fand, machte mich sogleich aufmerksam, und ich brauchte nicht lange Zeit, die Ursache davon zu entdecken.

548. Wenn an einem Orte die Barometerhöhe zunimmt, so beweist dieses, daß die **Luft** stärker auf denselben drücke, welches ohne eine Vermehrung ihrer **Dichte** am Orte der Beobachtung nicht möglich ist. Verändert sich aber die Dichte der Luft an einem Orte, unabhängig von den Wirkungen der Wärme, so muß sich auch der Unterschied der Barometerstände an zween Stellen von ungleicher Höhe ändern, weil er von dem Gewicht der zwischen diesen Stellen befindlichen Luftsäule herrühret. Hieraus folgt, daß nur alsdann einerley senkrechte **Höhen** mit einerley Falle des Queckfilbers unter seinen an einem gewissen Orte beobachteten Stand, übereinstimmen können, wenn sich dieser beobachtete Stand nicht ändert. Denn wenn sich die **Dichte der Luft** an einem Orte ändert, so wird eine **Linie** Queckfilber an demselben durch Luftsäulen erhalten, welche eine andere **Dichte**, und folglich auch eine andere

Höhe haben, als die vorigen. Also müssen die senkrechten Höhen, welche den Barometerständen von Linie zu Linie zukommen, destomehr abnehmen, je mehr die absolute Höhe des Queckſilbers im Barometer zunimmt, und umgekehrt.

Ich entschloß mich also, in meinen Rechnungen die Glieder der harmonischen Reihe in umgekehrter Verhältniß der Veränderungen des Barometers in der Tiefe zu ändern, welches bey der Einrichtung meiner Tafel, die ich hier mittheilen will, sehr leicht war.

549. Mein gemeinschaftlicher Dividend für eine bestimmte Temperatur der Luft war 25390. Das erste Glied meiner Reihe war der Quotient, der aus der Division dieser Zahl durch 336 Linien oder 28 Zoll entspringt: die folgenden Glieder entstehen, wenn man den Divisor nach und nach immer um eins vermindert, und wachsen daher in einer harmonischen Reihe. Um nun meinen Vorsatz auszuführen, setzte ich in eine Columne an die Seite der Glieder meiner Reihe, die zugehörigen Divisoren auf folgende Art:

Gemeinschaftlicher Dividend 25390

Divisoren oder Barometerhöhen.	Quotienten oder Höhen der Luftsäulen in Schuhen.	Unterschiede der Quotienten.
28 Zoll = 336 Lin.	75,57 Schuh	
335	75,79	0,22
334	76,02	0,23
333	76,25	0,23
332	76,48	0,23
331	76,71	0,23
330	76,94	0,23
329	77,17	0,23
328	77,41	0,24
327	77,65	0,24
326	77,89	0,24
325	78,13	0,24
324	78,37	0,24

Dieser Tafel bediente ich mich zur Berechnung der Unterschiede der Barometerhöhen folgendergestalt. Ich nahm in jedem Falle die Summe der **Quotienten**, oder der Glieder der harmonischen Reihe, welche zwischen denen für diesen Fall gehörigen **Divisoren** d. i. zwischen den Barometerhöhen in beiden Standpunkten lagen. Z. B. wenn das Barometer in der Tiefe auf 27 **Zoll** oder 324 **Linien** gestanden, und sein Unterschied von dem auf dem Berge 10 **Linien** betragen hatte, so nahm ich die 10 Glieder meiner Reihe, welche zwischen den **Divisoren** 324 und 314 enthalten waren. War die Höhe des Barometers in der Tiefe 27 **Zoll** und 6 **Linien** gewesen, so nahm ich, wenn gleich sein Unterschied von dem auf dem Berge wiederum 10 **Linien** betragen hatte, nicht die vorigen Glieder meiner Reihe, sondern

dern die, welche zwischen den Divisoren 330 und 320 enthalten waren, und erhielt dadurch eine nach Verhältniß der vergrößerten Divisoren kleinere Summe, die folglich auch der vergrößerten absoluten Barometerhöhe, welche durch diese Divisoren vorgestellt ward, umgekehrt proportional war. Auf diese Art berechnete ich zum drittenmale alle meine bisherigen auf dem Berge Saleve gemachten Beobachtungen, wodurch die vorher gefundenen Ungleichheiten größtentheils verschwanden.

550. Man sieht hieraus, daß man von den Barometerbeobachtungen einen weit allgemeinern und leichtern Gebrauch machen könne, als man bisher gedacht hat. Denn es folgt daraus, daß man weder die Höhe der Beobachtungsorte über dem Ufer des Meeres zu wissen, noch sie mit irgend einer andern zu vergleichen nöthig habe. Es läßt sich in der Reihe der Dichtigkeiten der Atmosphäre kein beständiges erstes Glied angeben, und Glieder, die man an einerley Orte brauchen muß, behalten nicht einerley unveränderliche Größe. Vielmehr wird die Größe der Glieder durch die beobachteten Barometerhöhen, und ihre Anzahl durch den dazwischen gefundenen Unterschied bestimmt. Also ist alles nöthige durch die Beobachtung selbst gegeben.

551. Man wird nunmehr auch die Gründe sehen, auf welchen das beruhet, was ich oben (498.) behauptet habe, daß man die absolute Höhe der Quecksilbersäule, welche der Druck der Atmosphäre erhalten kann, nothwendig von ihrer scheinbaren und durch verschiedne Ursachen im Barometer veränderten Höhe unterscheiden müsse. Der Quotient einer Division nimmt zu, je mehr der Divisor abnimmt: folglich führt

führt ein Barometer, das sich stets tiefer, als ein anderes hält, auf einen Theil der Reihe, der größere Glieder hat, und giebt daher allezeit eine größere Höhe an. In kleinen Höhen ist dieser Unterschied gering, aber der Natur der harmonischen Reihen zu Folge, wird er bey Ausmessung hoher Berge sehr merklich.

552. Aus eben dieser Betrachtung folgt, daß man bey Berichtigung der Barometerhöhen in Absicht auf die Wärme nothwendig einen bestimmten Grad der Wärme annehmen, und alle Beobachtungen auf denselben reduciren müsse. Denn wollte man sich damit begnügen, eine Beobachtung auf dasjenige zu bringen, was sie bey der Temperatur eines anderswo beobachteten Barometers seyn würde: so würden die beobachteten Queckſilberhöhen nach Verschiedenheit der angenommenen Temperatur größer oder kleiner scheinen, obgleich der Druck der Luft einerley wäre: und daher würden auch die Unterschiede der Höhen von einerley Orten durch die Barometerbeobachtung größer oder kleiner herauskommen.

Aus allem diesen folgt, daß keine Tafel oder Formel allgemein werden kann, wenn die zu den Höhenmessungen bestimmten Barometer nicht übereinstimmend verfertiget, und die beobachteten Queckſilberhöhen nicht auf das reducirt sind, was sie bey einem bestimmten Grade der Wärme des Queckſilbers gewesen seyn würden. Aus dieser Ursache habe ich mich bemühet, alle Gründe meiner Methode zu entdecken, bey welcher man zween wesentliche, und beynahe unzertrennliche Vortheile findet, einmal, daß man die Barometer zu einer zuverläßigen Uebereinstimmung bringet, zweytens, daß man den wirklichen

Druck

Druck der Atmosphäre für den Ort und die Zeit der Beobachtung durch die Höhe einer Queckſilberſäule ausdrückt, welche ſtets einerley Grad der Wärme behält.

Von den Gründen der harmoniſchen Reihen, und ihrer Uebereinſtimmung mit den Logarithmen bey Höhenmeſſungen mit dem Barometer.

553. Nunmehr war ich ſo weit gekommen, daß meine Regel anfieng, einige Gewißheit zu bekommen, und ſich ohne Zwang auf meine Beobachtungen anwenden zu laſſen: denn ob ſie gleich noch nicht vollkommen genau war, ſo hatte ich doch wenigſtens an ihr einen Leitfaden, welcher mich ſicher genug in dieſer verwickelten Materie führen konnte. Ich war nunmehr im Stande, einige Regeln zu prüfen, welche vor mir waren gegeben worden; ich wählte dazu beſonders die Regeln der Herren **Bouguer** und **Scheuchzer**, weil die Art, wie ſich beide der Logarithmen bedienen, deren Unterſchiede eine harmoniſche Reihe geben, nothwendig einige Uebereinſtimmung mit meiner Tafel haben mußte, deren Glieder ebenfalls in einer harmoniſchen Reihe fortgehen.

554. Ich hatte Herrn **Scheuchzers** Methode ſchon mit meinen erſten Beobachtungen verglichen: allein ihre Reſultate wichen ſo ſehr von den **wirklich gemeſſenen** Höhen ab, daß ich überhaupt gegen den Gebrauch der Logarithmen bey dieſen Rechnungen ein Mistrauen faſſete. Ich war daher auf den erſten Anblick auch gegen Herrn **Bouguer's** Regel eingenommen. Ich kam aber nach der Entdeckung meiner

ner harmonischen Reihe auf beide wieder zurück. Nun fand ich in der Scheuchzerischen Regel zween wesentliche Fehler, welche nicht von den Logarithmen selbst, sondern von der Art, sie zu gebrauchen, herkamen. Der erste war, daß man die Barometerhöhe am Ufer des Meers, als eine nothwendige Bedingung hineinbrachte (550): der zweyte, daß sich die ganze Regel auf zwo sehr unvollkommene Beobachtungen gründete.

555. Herrn Bouguer's Regel beschäftigte meine Aufmerksamkeit länger, ob sie gleich mit meinen Beobachtungen wenig übereinstimmte. Durch sie kam ich auf den Einfall, zur Berechnung des Queckfilberfalls im Barometer die Logarithmen zu gebrauchen, wodurch ich mir die Mühe ersparte, die Glieder meiner harmonischen Reihe zu addiren. Ich will hier die ganze Regel des Herrn Bouguer anführen, deren ich schon im ersten Theile dieses Werks (325 u. f.) gedacht habe.

„(*k*) Wenn man das Barometer am Fuße und „auf dem Gipfel des Berges beobachtet hat, dessen „Höhe vorher geometrisch gemessen ist, so darf man „nur **den Unterschied der Logarithmen bei**„**der Barometerhöhen** nehmen; und wenn man „denselben mit der gemessenen Höhe des Berges ver„gleicht, so kann man durch eine bloße Regel Detri „die Höhen aller andern Berge finden, für die man „ähnliche Barometerbeobachtungen angestellt hat.“

„(*l*) Will

(*k*) *Mém. de l'Ac. roy. des Sc. ann.* 1753. 8vo p. 775, 4to p. 518.

„(l) Will man diese, ohnehin schon leichte Rech„nung noch mehr abkürzen, so drücke man die Ba„rometerhöhen in Linien aus, nehme auf diese Art „den Unterschied ihrer Logarithmen, und behalte da„von nur die vier ersten Stellen nach der Kennziffer; „so darf man nur davon den dreyßigsten Theil „abziehen, um die Höhe des Berges in Toi„sen zu erhalten.“

„(m) Ein merkwürdiger Umstand hiebey, und „der von uns untersucht zu werden verdient, ist fol„gender. Diese Methode, wenn man sie auch so all„gemein, als möglich macht, trifft in den untern „Theilen der Cordeliere nicht mehr zu. So trifft „sie auch für keinen andern Berg der heißen Zone, „und noch weniger in Europa zu, wie alle Natur„forscher wissen, die diesen Gegenstand mit Sorgfalt „behandlet haben. Einige von ihnen haben desswe„gen sogar andere Methoden an die Stelle der log„arithmischen setzen wollen. Diese sind bekannt ge„nug, und haben oft den Vorzug, daß sie für „gewisse Gegenden, und für Berge, deren Höhe in „gewisse Grenzen eingeschlossen ist, sehr wohl zutref„fen: sie setzen aber alle voraus, daß die Ausdeh„nungen der Luft in verschiednen Höhen nicht in geo„metrischer Progreßion fortgehen, ob es gleich durch „unzählbare Versuche auf den höchsten Bergen der „Erdkugel, am Ufer des Meers, und in der heißen „und den gemäßigten Zonen ausgemacht ist, daß die „Federkraft einer jeden Luftmasse dem verschiednen „Grade

(l) *Mém. de l'Ac. roy. des Sc. ann.* 1753. 8vo p. 776. 4to p. 519.

(m) Ibid. 8vo p. 777. 4to p. 520.

„Grade ihrer Verdichtung genau proportional sey. „So entsteht also aus diesen beiden Gesetzen, welche „so natürlich aus einander zu folgen scheinen, ein Wi„derspruch von der Art, wie man sie so oft antrifft, „wenn man die Geometrie auf die Naturlehre an„wenden will.....

„(*n*) Bisher hatte man immer unmittelbar die „wirklichen Höhen der Berge gesucht, und dieselben „von der Meeresfläche an gerechnet.“

„Die angeführten Ursachen zeigen, daß man die „Sache nothwendig umkehren, und von hohen Punk„ten ausgehen müsse, welche sich in den obern Gegen„den der Atmosphäre befinden, in welchen die Stär„ke der Federkraft der Luft allezeit einerley, und die „Barometerhöhe zugleich weniger veränderlich ist. „Auch muß ich bemerken, daß uns die Umstände nö„thigten, unsere Barometer zu füllen, ohne das Queck„silber in denselben zu kochen. Wenn man also auf „eben diese Art gemachte Versuche auf den höchsten „Bergen in Europa hat, so kann man finden, um „wie viel diese niedriger, als die Berge der Corde„liere in Peru sind, und hieraus auf ihre wirkliche „Höhe schließen.“

Die aus der Abhandlung des Herrn **Bouguer** angeführten Stellen sind diejenigen, welche am deutlichsten zeigen, wie er überhaupt das Barometer zu Höhenmessungen zu gebrauchen denkt. Seine Regel stimmt, wie ich schon gesagt habe, nicht mit meinen Versuchen überein; die Ursachen davon will ich in der

(*n*) *Mém. de l'Ac. roy. des Sc. ann.* 1753. 8vo p. 791. 4to p. 529.

der Folge anzeigen, und mich jetzt begnügen zu zeigen, wie sie mir gedient habe, die meinige einfacher zu machen.

556. **Den Unterschied der Logarithmen zwoer Barometerhöhen nehmen,** heißt nichts anders, als eine unendliche Menge unendlich kleiner Glieder einer harmonischen Reihe summiren: denn der Ueberschuß des größern Logarithmen über den kleinern, ist die Summe aller dazwischenfallenden Unterschiede, die diesem Gesetze folgen. Ich sahe auch, daß wenn die Barometerhöhen in der Reihe der natürlichen Zahlen fortgiengen, diese die Divisoren meiner Tafel vorstellen, und mich also auf Glieder führen könnten, die der absoluten Barometerhöhe bey jeder Beobachtung proportional wären (549): so, daß für einerley Queckſilberfall an einem und eben demselben Orte eine größere **Höhe** herauskäme, wenn die absolute Barometerhöhe geringer wäre, und umgekehrt.

557. Es kam also nur noch darauf an, den Unterschied der Logarithmen auf ein bekanntes Maaß zu bringen. Man hat gesehen, was die **Bouguerische** Regel in dieser Absicht vorschreibt. Nach Herrn **Bouguer** gilt dieses für jede **Temperatur** der Luft, aber nur für die obern Gegenden der **Cordeliere**, da doch die Regel eigentlich für alle Orte einerley bleiben, und sich nur nach der verschiednen **Temperatur** der Luft ändern muß.

Da ich nun wohl sahe, daß sich eine **Temperatur** müsse angeben lassen, bey welcher die **Unterschiede der Logarithmen der Barometerhöhen**, die **Höhen in Tausendtheilen der Toise**

gäben, so richtete ich, um meine Regel um soviel bequemer zu machen, meine fernern Untersuchungen darnach ein.

Ich will in der Folge die Mittel erklären, durch welche ich diesen bestimmten Grad der Wärme gefunden habe: vorher aber muß ich noch die Uebereinstimmung meiner ersten Methode mit dem Gebrauch der Logarithmen zeigen, weil doch diese Methode in einem gewissen Falle nützlich seyn kann, und weil überhaupt eine umständliche Erklärung der Gründe, die ich bey dieser Gelegenheit geben will, vieles, was ich noch zu sagen habe, meinen Lesern verständlicher machen kann.

558. Um beide Methoden selbst, und ihre Uebereinstimmung deutlicher zu erklären, muß ich zeigen, daß sie beide aus dem gemeinschaftlichen durch die Erfahrung bestätigten Grundsatze herfließen, **daß die Verdichtungen der Luft der Kraft, durch welche sie zusammengedrückt wird, proportional sind** (243). Ich will zuerst von der harmonischen Reihe anfangen, und zeigen, wie man dabey auf den **gemeinschaftlichen Dividend** komme, von welchem ich oben (544) geredet habe.

Gründe der Rechnungen, welche sich aus dem Gesetz der Verdichtungen der Luft herleiten lassen.

559. Da sich die **Verdichtung** der Luft, wie **die drückende Kraft verhält**, so muß ihre **Ausdehnung in umgekehrter Verhältniß** dieser Kraft stehen: wie dieß auch die Erfahrung bestätiget (244). Also muß eine Luftschicht, welche stets einerley Menge von Theilen enthält, in der Atmosphäre

mosphäre Räume einnehmen, welche sich in umgekehrter Verhältniß der Kräfte befinden, womit sie gedrückt wird.

560. Wenn das Barometer auf 29 Zoll, oder 348 Linien stehet, so können wir uns die ganze Luftsäule, die darauf drücket, in 348 gleichschwere Schichten getheilt vorstellen, deren jede eine Linie Quecksilber hält. Diese Schichten sind nach unserm Grundsatze von ungleicher Höhe; denn ihre Ausbreitung nimmt von unten nach oben in der Verhältniß zu, in welcher die zusammendrückende Kraft abnimmt: in eben dieser Verhältniß muß also auch ihre Höhe zunehmen.

561. Ich habe durch die Erfahrung gefunden, daß bey einer gewissen Temperatur der Luft (*) die Höhe der niedrigsten Schicht, wenn das Barometer auf 29 Zoll oder 348 Linien steht, 12497 Tausendtheile einer Toise betrage. Die Folge wird lehren, warum ich mich auf diese Art ausdrücke (575).

Da die Höhe dieser ersten Schicht bekannt ist, so kann man, um die Höhen der übrigen zu finden, dieselben auf zweyerley Art betrachten, entweder, als ob sie keinen Druck auf sich selbst ausübten, und also durchgängig die Dichtigkeit ihres obern Theiles hätten, oder, als ob sie auch von ihrer eignen Schwere gleichförmig gedrückt würden, und ihnen also durchgängig die Dichte ihres untern Theiles zukäme.

562. Im ersten Falle, den ich jetzt betrachten will, wird die 348ste Schicht, deren Höhe 12,497

(*) Herr de L. zeigt (588), daß diese Temperatur 16¾ Grad der Scale von 80 Theilen sey. A. d. U.

Toisen beträgt, nur mit dem Gewicht von 347 Schichten zusammengedrückt. Und weil die Höhen gleichschwerer Schichten sich umgekehrt, wie die zusammendrückenden Kräfte, und diese Kräfte, wie die Anzahlen der darüberliegenden Schichten verhalten, so folgt, **daß die Höhen der Schichten von unten hinauf, in umgekehrter Verhältniß der Anzahl der über ihnen liegenden Schichten stehen müssen.** Es dient also, um die Höhe jeder Schicht zu finden, folgende Analogie.

Wie sich *a*, (die Anzahl der Schichten, welche sich über derjenigen, deren Höhe man sucht, befinden; welche Anzahl der Barometerhöhe im untern Theile dieser Schicht in **Linien** ausgedrückt, und um **eine Linie** vermindert, gleich ist) zu 347 (der Anzahl der **Schichten**, welche sich über der 348sten oder niedrigsten befinden) verhält: so verhalten sich 12,497 **Toisen** (als die gefundene Höhe der 348sten Schicht) zu *x* (der Höhe der gegebnen Schicht in **Toisen**).

Die beiden mittlern Glieder sind unveränderlich, was auch *a* für einen Werth haben mag, und die Analogie läßt sich also auf folgende Formel bringen, $\frac{347 : 12{,}497}{a} = x$, oder $\frac{4336{,}459}{a} = x$.

Die Zahl 4336,459 ist also unveränderlich, und ich nenne sie **den gemeinschaftlichen Dividend.** Die Werthe von *a*, oder die **Divisoren** laufen **in arithmetischer Reihe**, und also die **Quotienten**, welche die Höhen der nacheinanderfolgenden Schichten ausdrücken, **in harmonischer Reihe** fort. Und da eine jede **Schicht** so stark drückt, als **eine Linie** Quecksilber **im Barometer**; so müssen die

die Unterschiede der Barometerhöhen die Anzahl der Schichten anzeigen, welche zwischen den beiden Orten der Beobachtungen liegen.

So würde man z. B. den Unterschied der Höhen zweener Orte, an denen das Barometer auf 348 und 344 Linien gestanden hätte, auf folgende Art finden. Man würde den **gemeinschaftlichen Dividend** zuerst durch $348 - 1 = 347$; und dann durch 346; 345; 344 dividiren. Die Quotienten würden in harmonischer Reihe fortgehen, und ihre Summe würde den verlangten Unterschied der Höhen in **Toisen** geben.

563. Dieses Verfahren würde die Höhe einer jeden Schicht genau geben, wenn die Vernachläßigung des Drucks, den jede Schicht auf sich selbst ausübt, auf alle Schichten einen Einfluß hätte, der mit ihrer Höhe im Verhältniß stünde. Aber es läßt sich das Gegentheil zeigen.

Alle von uns betrachtete Schichten der Atmosphäre sind gleich schwer, aber nicht gleich dicht: ihre Dichten verhalten sich, wie die Lasten, die sie tragen. Die obern Theile der niedrigsten Schicht tragen 347 Schichten: die untern Theile aber tragen noch überdieß das Gewicht der obern. Z. B. die untere Hälfte der 348sten oder niedrigsten Schicht, trägt $347\frac{1}{2}$ **Schichten**, da die obere Hälfte nur 347 trägt. Wenn man also den Unterschied der Dichte nach halben Schichten in Betrachtung zieht, und die Dichte jeder halben Schicht durchgehends der Dichte ihres obern Theiles gleich setzt, so ist die Dichte der untern Hälfte der niedrigsten Schicht, zur Dichte der

obern Hälfte, wie $347\frac{1}{2}$ zu 347, oder wie 695 zu 694.

Wir wollen nun eine andere Schicht, z. B. die 191ste, als die höchste, auf welche man jemals gestiegen ist, (581) betrachten. Wenn wir die Verminderung der Dichte nur von Schicht zu Schicht in Betrachtung ziehen, und nach der ersten Methode verfahren, welche die Dichte jeder Schicht durchgehends der Dichte ihres obern Theiles gleich setzt, so sehen wir diese 191ste Schicht so an, als ob sie nur von dem Gewicht der 190 darüberliegenden gedrückt würde. Inzwischen trägt doch ihre untere Hälfte noch überdieß das Gewicht der obern Hälfte, und die Dichte dieser untern Hälfte verhält sich also zur Dichte der obern, wie $190\frac{1}{2}$ zu 190, oder wie 381 zu 380. Aber in der niedrigsten Schicht waren diese Dichten in der Verhältniß 695:694. Also nimmt die Dichte von der obern Hälfte nach der untern in den hohen Schichten stärker, als in den niedrigen, zu.

Wenn man sich nun die harmonische Reihe nach dieser Methode entwirft, und nur auf die Dichte des obern Theiles der Schichten siehet, so nimmt man in allen Schichten einerley Verhältniß der Dichte ihres obern Theiles zur Dichte des untern an, und verliert also, dem gegebnen Beyspiele zufolge, von der wirklichen Dichte der Schichten desto mehr, je höher sie liegen. Die mittlere Dichte der Schichten (welche gleich schwer gesetzt werden) nimmt also von unten herauf gerechnet, in der That weniger ab, als es diese Methode giebt, und also nimmt auch die Höhe derselben weniger zu. Wenn man also diese Methode für die Höhenmessungen mit dem Barometer gebraucht, so findet man die Höhen zu groß. Um

dieses

dieses noch deutlicher zu zeigen, will ich das für die **Dichten** gebrauchte Beyspiel nun auch auf die **Höhen der Schichten** anwenden.

564. Wenn der **gemeinschaftliche Dividend** 4336,459 mit 347, als der Anzahl der Schichten, die auf **die niedrigste** drücken, dividirt wird, so findet man die Höhe derselben 12,497 **Toisen.** Dividirt man aber diese Zahl durch 190, als die Anzahl der Schichten, die auf die 191ste drücken, so findet man die Höhe der letztern 22,823 **Toisen.**

Nun aber wollen wir die Barometerhöhe **nach halben Linien**, und jede der vorigen Schichten in zween gleichschwere **Theile** theilen. Um in diesem Falle die ganze Höhe der 348sten Schicht zu erhalten, muß man 4336,459 durch 695 und 694 **halbe Linien** dividiren, und die Summe beider Quotienten giebt die Höhe der Schicht. Diese Summe ist 12,489, und um 0,008 einer **Toise** kleiner, als sie die erste Rechnung gab. Um nun eben dieß für die 191ste Schicht zu finden, dividire man 4336,459 durch 381 und 380 **halbe Linien.** Die Summe der Quotienten ist 22,794 **Toisen**, und um 0,029 einer **Toise** kleiner, als die Höhe, die man fand, wenn man die Barometerhöhe nach ganzen **Linien** theilte. Ein Unterschied von 0,029 aber ist im Verhältniß mit 22,823 größer, als ein Unterschied von 0,008 im Verhältniß mit 12,497. Wenn man also die **harmonische Reihe**, durch eine fortgesetzte Theilung ihrer Glieder genauer macht, so verlieren die obern Schichten verhältnißmäßig etwas mehr, als die untern. Da also die Höhen gleichschwerer Luftschichten von unten hinauf in der That etwas weniger zunehmen, als die **harmonische Reihe** nach dieser

ersten Methode berechnet anzeigt, so findet man auf diese Art die Höhen ein wenig zu groß.

565. Die zwote Art, die harmonische Reihe zu brauchen, ist die, deren ich mich (549) bedient habe: man nimmt bey ihr zum **gemeinschaftlichen Dividend** das Produkt der größten Barometerhöhe von 348 **Linien** in die Höhe der untersten Schicht an. Nun ist der erste Divisor nicht mehr die beobachtete Barometerhöhe **weniger einer Linie**, wie im vorigen Falle, sondern die Barometerhöhe selbst. Diese Methode ist bequemer, als die erstere, weil sie diese Subtraction einer Linie nicht erfordert. Sonst hat sie ziemlich einerley Grad der Genauigkeit mit der vorigen. Der einzige Unterschied beider Methoden besteht darinn, daß die letztere beynahe eben so viel zu wenig, als die erstere zu viel giebt. Die Ursache wird sich sogleich zeigen.

Bey der ersten setzt man den Druck der Schichten auf sich selbst gänzlich aus den Augen, und nimmt die Dichte jeder Schicht durchgehends der Dichte ihres obern Theiles gleich: welche Voraussetzung die Höhen, wie ich gezeigt habe, etwas zu groß giebt. Hier aber, wo man die ganze am niedrigsten Orte beobachtete Barometerhöhe zum ersten Divisor annimmt, betrachtet man jede Schicht, als würde sie durchgehends gleichförmig von ihrem eignen Gewicht gedrückt, d. i. man setzt ihre Dichte durchgehends der Dichte ihres untern Theiles gleich, und man erhält dadurch etwas zu wenig. Denn auch hier behält, eben wie im ersten Falle, der Unterschied des vorausgesetzten und des wirklichen, in Absicht auf die Dichte der Schichten, nicht einerley Verhältniß mit der Höhe der Schichten: und je höher die

Schichten liegen, desto größer wird in jeder die Dichte ihres obern Theiles im Vergleich mit der Dichte des untern.

So ist z. B. in der 348sten oder niedrigsten Schicht die Dichte der obern Hälfte zur Dichte der untern, wie 695 zu 696, d. i. wie $347\frac{1}{2}:348$; in der 191sten Schicht aber ist die Verhältniß eben dieser Dichten wie 381 zu 382 ($190\frac{1}{2}:191$). Also nimmt die Ausbreitung der obern Hälften der Schichten im Vergleich mit den untern Hälften, in den obern Schichten stärker, als in den untern, zu. Je höher man also hinaufsteigt, um desto mehr müssen die gleichschweren Schichten höher werden, als diese zweyte Art, **die harmonische Reihe** zu gebrauchen, anzeigt. Wenn man also dieselbe für die Höhenmessungen mit dem Barometer gebraucht, so findet man die **Höhen** der Orte **kleiner**, als sie wirklich sind.

Ich könnte diesen Beweis durch ein Beyspiel erläutern, wie ich bey der Prüfung der ersten Methode gethan habe, aber die Anwendung ist so leicht, daß ich es für überflüßig halte, sie weitläuftig vorzutragen.

566. Da ich nun die physische Ursache gezeigt habe, warum diese beiden Arten, die **harmonische Reihe** zu brauchen, unterschieden seyn müssen, so will ich noch auf eine allgemeine Art darthun, was dieser Unterschied für Einfluß auf die Resultate der Rechnungen habe. Bey der ersten Methode ist der **gemeinschaftliche Dividend** $12,497 \times 347 = 4336,459$, oder das Produkt der Höhe der untersten Schicht in die Barometerhöhe im untersten Theile

dieser Schicht, **weniger einer Linie**, oder weniger dem Gewichte dieser Schicht. Bey der zweyten ist dieser **gemeinschaftliche Dividend** 12,497 ⋈ 348 = 4348,956, wobey das Gewicht der untersten Schicht mit gerechnet wird. Dieses Unterschieds der **Dividenden** ohngeachtet, ist doch das erste Glied der **harmonischen Reihen** in beiden Methoden einerley: denn $\frac{12{,}497 \bowtie 347}{347}$, als das erste Glied der ersten **Reihe**, ist offenbar eben so viel, als $\frac{12{,}497 \bowtie 348}{348}$, das erste Glied der zwoten: beide Glieder sind = 12, 497. Die folgenden Glieder aber unterscheiden sich von einander: denn $\frac{4336{,}459}{190}$ z. B. als das (348—190)ste, oder das 158ste Glied der ersten **Reihe**, ist größer als $\frac{4348{,}956}{191}$, welches das übereinstimmende Glied der zwoten Reihe ist: der Unterschied beträgt $\frac{10{,}326}{191}$.

Also wachsen die Glieder der ersten Reihe schneller, als die Glieder der zwoten, und man sieht leicht, wovon dieser Unterschied herrühre. Beider Reihen Divisoren nehmen immerfort um eins ab: diese Verminderung aber ist in der ersten Reihe verhältnißmäßig größer, als in der zwoten, weil alle Divisoren der ersten Reihe um eins kleiner sind, als die zugehörigen Divisoren der zwoten. Da also die Divisoren der ersten verhältnißmäßig stärker abnehmen, als die der zwoten, so müssen die Quotienten in der ersten schneller wachsen. Auch muß der Unterschied der Glieder in beiden Reihen desto mehr wachsen, je weiter man sich vom ersten Gliede entfernt, weil der

Unterschied der zusammengehörigen Divisoren beider Reihen, welcher beständig eins beträgt, verhältnißmäßig desto größer wird, je mehr die Divisoren selbst abnehmen. Daher giebt die erste Reihe größere Höhen, als die zwote, und wenn man das erste Glied, das in beiden einerley ist, für völlig genau annimmt, so ist die wahre Höhe ohngefehr das Mittel zwischen den beiden gefundenen.

Hieraus kann man auch sehen, warum bey fortgesetzter Theilung der Glieder dieser Reihen, ihre Summen sich einander selbst, und der wahren Höhe nähern, wie ich (564) durch ein Beyspiel gezeigt habe. Bey der ersten Methode nähert man sich der Wahrheit durch die Theilung der Glieder, weil man dadurch die Summen derselben vermindert, indem die Werthe der substituirten Divisoren mehr betragen, als die ersten Divisoren selbst. In (564.) z. B. ist der Werth von $\frac{\frac{381}{2}+\frac{380}{2}}{2}=190\frac{1}{4}$, welches statt 190 gesetzt ist; also nehmen die Quotienten ab. Bey der zwoten Methode hingegen werden die Divisoren kleiner, so ist in (565) der Werth von $\frac{\frac{381}{2}+\frac{382}{2}}{2}=190\frac{3}{4}$, welches für 191 gesetzt wird: also nehmen die Quotienten zu; und folglich nimmt durch die Theilung der Glieder auch die Summe der Reihe zu.

Auch wird man finden, daß dieser Unterschied zwischen den substituirten und ersten Divisoren in beiden Reihen zunimmt, so wohl wenn man sich vom ersten Gliede entfernt, als auch wenn man jedes Glied immer weiter abtheilet. Allein die Unterschiede,

welche

welche aus diesen beiden Ursachen herkommen, richten sich nicht nach einerley Gesetze. Der erste, welcher auf dem Abstande vom ersten Gliede beruhet, wird immer größer, je stärker sich die Anzahl der substituirten Divisoren vermehrt: der andere hingegen, der von der weiter getriebenen Theilung der Glieder herrührt, nimmt immer mehr und mehr ab.

567. Aus dem, was ich über den Unterschied beider Methoden, und besonders über die physische Ursache desselben (564, 565) gesagt habe, folgt, daß in beiden der Fehler verschwinde, wenn man die **harmonische Reihe** auf unendlich viele und unendlich kleine Glieder bringt, weil bey unendlich dünnen Schichten, die unendlich wenig auf sich selbst drücken, die durch diesen Druck verursachten Fehler in beiden Methoden unendlich klein seyn müssen. Und dieß erhält man, wie ich sogleich beweisen will, durch den Gebrauch der Logarithmen.

568. Wir sind auf eine **harmonische Reihe** gekommen; indem wir die Atmosphäre als in **gleichschwere Schichten** getheilt betrachtet haben: nun aber wollen wir sie in **gleichhohe Schichten** theilen, und die Höhe jeder Schicht der Höhe der untersten gleich setzen, welche mit einer **Linie** Quecksilber im Gleichgewicht steht, wenn die Barometerhöhe 348 **Linien** ist. Die Höhe jeder Schicht wird also 12,497 **Toisen** betragen.

Die Schwere einer jeden Schicht verhält sich augenscheinlich, wie ihre Dichte, und wiederum ihre Dichte, wie ihre Schwere. Hieraus folgt, daß die Dichte dieser gleichhohen Schichten von unten nach oben abnehmen werde, und zwar in einer geometri-

schen

schen Reihe, wie ich bald (571) erweisen werde. Ich führe dieß hier nur darum an, um gleich zu Anfange bemerken zu können, daß bey dieser Art, die Atmosphäre zu betrachten, der Unterschied der Dichte in den Theilen der Schichten keinen Fehler veranlassen könne: weil er in jeder Schicht in einerley Verhältniß bleibt. Denn wenn die Dichten gleichhoher Schichten einmal in geometrischer Reihe fortgehen, so bleiben sie beständig in einer solchen Reihe, wie groß auch die Höhe der Schichten seyn, und folglich, wie weit man auch in der weitern Theilung der ersten Schichten fortgegangen seyn mag. So wird z. B. die mittlere Dichte der untern Hälfte zu der mittlern Dichte der obern in allen Schichten einerley Verhältniß haben. Kurz, die mittlern Dichten werden stets in geometrischer Reihe fortgehen: wir haben aber noch zu beweisen, daß sich dieses in der That so verhalte.

569. Um zu finden, welchem Gesetze die Barometerhöhen folgen, die dieser Theilung der Atmosphäre in gleichhohe Schichten zukommen, muß man suchen, in was für einer Verhältniß der Druck stehet, den jede Schicht erleidet, indem die Barometerhöhen diesen Druck vorstellen. Es sey also

A der ganze Druck der Atmosphäre = 348 Lin. Queckſilberhöhe.
B der Druck auf die unterste Schicht, die ich die erste nenne, = 347 Linien.
C der gesuchte Druck auf die zwote Schicht.
D der auf die dritte u. s. f.

Der Druck einer jeden Schicht, ist der Druck der Luftsäule, die mit dieser Schicht einerley Grundfläche hat,

hat, weniger dem Druck der Säule, die auf dieser Schicht stehet. Also ist

A — B der Druck der untersten oder **ersten** Schicht
B — C der Druck der **zwoten.**
C — D der Druck der **dritten** u. s. f.

Der Druck einer jeden von diesen gleichhohen Schichten verhält sich, wie ihre **Dichte**, und diese **Dichte**, wie der Druck, der sie trägt, nach dem Grundsatze (558). Also verhält sich der Druck einer jeden Schicht, wie der Druck, den sie trägt. Daher ist

A — B, der Druck der **ersten** Schicht
zu B, dem Drucke, den die **erste** Schicht trägt,
wie B — C, der Druck der **zwoten** Schicht
zu C, dem Drucke, den die **zwote** Schicht trägt.

Eben so ist B — C : C = C — D : D; und daher A : B = B : C, und B : C = C : D. Also befinden sich die **Schweren** A, B, C, D in einer geometrischen Reihe. Die Barometerhöhen aber verhalten sich, wie die **Schweren** der Luft an den Orten der Beobachtung. Wenn man also das Barometer am Ende einer jeden von unsern **Schichten** beobachtete, so würden die Höhen des Queckſilbers in demselben den **Schweren** A, B, C, D proportional seyn, und sich folglich in einer geometrischen Reihe befinden. Wenn nun A = 348 **Linien** Barometerhöhe, und B = 347, Glieder einer abnehmenden geometrischen Reihe sind, so ist der Exponent derselben $\frac{347}{348}$, und es findet sich C = $346\frac{1}{348}$, D = $345\frac{\frac{347}{348}}{348}$ = $345\frac{1043}{121104}$.

Die **Luftschichten** zwischen den Orten dieser Beobachtungen sind alle von gleicher Höhe, und also gehen die Summen ihrer Höhen, oder die **Höhen** der Luftsäulen, die nacheinander daraus entstehen, in arithmetischer Reihe fort.

Man könnte also eine **Tafel** über die **Höhen** der Luftsäulen, welche mit gewissen Barometerhöhen von unten hinauf oder von der größten Barometerhöhe an gerechnet übereinstimmen, auf folgende Art verfertigen:

570.

Höhen der Luftsäulen in Toisen	**Barometerhöhen in Linien**	**Dichte gleichhoher Luftschichten,** ausgedrückt durch den Unterschied der Barometerhöhen, oder durch die **Schwere** einzelner Schichten, welche ihrer Dichte proportional ist.
0,000	348	
12,497	347	1 Linie
24,994	$346\frac{1}{348}$	$0,\frac{347}{348}$
37,491	$345\frac{1043}{121104}$	$0,\frac{120409}{121104}$

571. Die Zahlen der dritten Columne sind die Unterschiede der Glieder einer geometrischen Reihe, und laufen daher ebenfalls in einer geometrischen Reihe fort, deren **Exponent** $\frac{347}{348}$ ist. Also nehmen die **Dichten** gleich hoher Luftschichten, welche durch diese Zahlen ausgedrückt werden, von unten hinauf in geometrischer Reihe ab.

Man

Man kann diese Tafel nach Gefallen fortsetzen, wenn man jedes folgende Glied der geometrischen Reihe der Barometerhöhen $= \frac{3}{3}\frac{4}{4}\frac{7}{8}$ des vorhergehenden macht, und die Glieder der arithmetischen Reihe der **Höhen** jedesmal um 12,497 vergrößert.

572. Diese Tafel würde zwar sehr genau, aber höchst unbequem seyn, weil sie die Barometerhöhen mit beschwerlichen Brüchen ausdrücken würde. Diese Brüche könnte man vermeiden, und die Barometerhöhen von **Linie** zu **Linie** darstellen, wenn man folgendes Mittel gebrauchte. Man müßte zwischen den Gliedern der Reihe der Barometerhöhen **mittlere geometrische Proportionalzahlen**, zwischen diesen ersten **mittlern Proportionalzahlen** zweyte, zwischen diesen dritte u. s. f. suchen, bis man endlich solche fände, die ohne Brüche und von einander stets um eins unterschieden wären. Mit der arithmetischen Reihe der **Höhen** der Atmosphäre müßte man auf eine ähnliche Art verfahren, und zwischen ihren Gliedern eben so viel arithmetische **mittlere Proportionalzahlen** suchen, als man in der vorigen geometrische gefunden hätte. Bey dieser doppelten Berechnung würde nun jede arithmetische **mittlere Zahl** die **Höhe** der Atmosphäre anzeigen, die der Barometerhöhe zukäme, welche durch die zugehörige geometrische **mittlere Zahl** ausgedrückt würde.

So würde man eine sehr bequeme Tafel erhalten: in der einen Columne derselben würden die Barometerhöhen von **Linie** zu **Linie** abnehmen: in der andern würde man die wahren **Höhen** in der Atmosphäre finden, die diesen Barometerhöhen zukämen.

men (o). Die Zahlen der ersten Columne würden zwar nun Glieder einer arithmetischen Reihe geworden, aber im Vergleich mit den Gliedern der andern Columne immer aus einer geometrischen Reihe genommen seyn, da diese aus einer arithmetischen genommen wären.

573. Aber man kann sich kaum vorstellen, was für eine unermeßliche Arbeit ein solches Verfahren erfordern würde, da eine ungemein große Menge mittlerer Proportionalzahlen erfordert wird, ehe man auf diejenigen kömmt, welche die Barometerhöhen von Linie zu Linie ausdrücken; wozu man nun noch eine eben so große Anzahl arithmetischer mittlerer Zahlen finden muß, die den geometrischen zugehören.

574. Soll man sich nun einer so beschwerlichen Arbeit unterziehen, oder den Vortheilen, die sie verspricht, entsagen? Man würde ohne Zweifel das letztere erwählen, wenn nicht Neper durch die Erfindung der Logarithmen unsern Wünschen zuvorgekommen wäre, ohne an die Höhenmessungen mit dem Barometer zu gedenken.

575. Wenn wir die gewöhnliche logarithmische Tafel untersuchen, so finden wir in ihr alle Eigenschaften, die wir von der unsrigen verlangten. Denn 1) ist diese Tafel so berechnet, daß man zwischen den Gliedern einer geometrischen Reihe, die 10 zum Exponenten hatte, so lange mittlere geometrische Proportional-

o) Ich muß es wiederholen, daß ich hier allezeit eine gewisse allgemeine und beständige Temperatur der Luft voraussetze: in der Folge wird man sehen, was die Abwechselung derselben für Aenderungen erfordere.

portionalzahlen gesucht hat, bis man auf die Reihe der natürlichen Zahlen gekommen ist. Neben diese hat man die zugehörigen mittlern arithmetischen Proportionalzahlen gesetzt, die man zwischen den Gliedern der arithmetischen Reihe der natürlichen Zahlen gesucht hat. Diese letztern hat man **Logarithmen** der erstern genannt.

2) Dieser Berechnung zu Folge stehen die Logarithmen in arithmetischer Proportion, wenn die zugehörigen Zahlen in geometrischer sind; und die Unterschiede der **Logarithmen** jeder zwey Glieder einer beliebigen geometrischen Reihe geben die Summe der gleichen Differenzen aller dazwischenfallenden mittlern Glieder einer arithmetischen Reihe. Aber die Unterschiede der **Höhe** der Luft, welche gewissen Unterschieden der Barometerhöhe zukommen, sind ebenfalls gleich, wenn die Barometerhöhen in geometrischer Reihe genommen werden (569). Also folgen die Unterschiede der Höhe der Luft (oder die **Höhen** der abgemessenen Luftsäulen) eben demjenigen Gesetze, nach welchem sich die Unterschiede der **Logarithmen** der Barometerhöhen richten, und sind folglich denselben proportional.

3) Man kann die Reihe der natürlichen Zahlen von 1 bis 348 für die Reihe der Barometerhöhen in **Linien** ausgedrückt, annehmen; alsdann werden die Unterschiede der **Logarithmen** dieser Zahlen den Unterschieden der **Höhe** der Luft, die den Unterschieden der Barometerhöhe zukommen, proportional seyn.

4) In den gewöhnlichen logarithmischen Tafeln, von welchen wir hier reden, ist der Unterschied der **Logarithmen** von 347 und 348 = 12497. Nun aber

aber habe ich durch die Erfahrung gefunden, daß bey einer gewissen Temperatur der Luft, die Höhe der Luftschicht zwischen den zween Orten, wo das Barometer auf 348 und 347 **Linien** steht, 12,497 **Toisen** ist. Es läßt sich also aus dem vorigen schließen, daß zwischen allen Unterschieden der Logarithmen der Barometerhöhen, und allen Höhen der Luftschichten eben diese Verhältniß statt finde.

576. **Also geben bey einer bestimmten Temperatur der Luft die Differenzen der Logarithmen der Barometerhöhen, unmittelbar den Unterschied der Höhen der Beobachtungsorte in Tausendtheilen einer Toise.**

577. Ich hätte die Gründe und den Unterschied der beiden Methoden, die ich gebraucht habe, um die Unterschiede der Barometerhöhen zu berechnen, auf eine allgemeine Art beweisen können, wenn ich sie aus den Eigenschaften der Hyperbel zwischen den Asymptoten hergeleitet hätte. Man würde alsdann gesehen haben 1) daß der **gemeinschaftliche Dividend** der harmonischen Reihe nichts anders sey, als das Rechteck aus der **Ordinate** und **Abscisse**, welches sich überall gleich bleibt. Dieses Rechteck ist das Produkt beider Linien, eben so, wie der **gemeinschaftliche Dividend** das Produkt aus den drückenden Schweren, in die Dichten der tragenden Luftsäulen; oder aus den Barometerhöhen in die Höhen der Schichten, welche unmittelbar über dem Orte der Beobachtung liegen. 2) Daß Barometerbeobachtungen auf diese Art berechnen, nichts anders heißt, als auf das Ende einer jeden **Abscisse**, die der von **Linie** zu **Linie** abgetheilten Barometerhöhe entspricht, zwischen den beiden Beobachtungsorten, die

zugehörige **Ordinate** seßen. 3) Daß man bey der ersten Art, die harmonische Reihe zu brauchen, die Höhe der **ersten Schicht**, der Dichte der Luft an der Grundfläche der **zweyten Schicht**, d. i. der **Ordinate** von 347 **Linien**; bey der zweyten Art aber der Dichte der Luft an der Grundfläche der ersten Schicht, d. i. der Ordinate von 348 **Linien** proportional seßt. Daß aber überhaupt die Höhe der ersten Schicht, so wie die Höhen aller übrigen den mittlern Dichten derselben proportional seyn müssen, d. h. den **Räumen**, welche zwischen den **Ordinaten** enthalten sind, die denen die Reihe der Barometerhöhen vorstellenden **Abscissen** zukommen. 4) Daß man also im ersten Falle statt der Reihe der Höhen gleichschwerer Luftschichten, eine Reihe von **Ordinaten** nimmt, welche im Verhältniß mit den dazwischen enthaltenen **Räumen** immer mehr und mehr zu groß werden; und daß man daher die Höhen zu groß findet: daß man hingegen im zweyten Falle statt der Reihe der Höhen dieser Luftschichten eine Reihe von **Ordinaten** nimmt, die im Verhältniß mit diesen **Räumen** immer mehr und mehr zu klein werden. 5) Daß man durch fortgeseßte Theilung der Barometerhöhen, d. h. bey einer vergrößerten Anzahl von kleinern Gliedern der harmonischen Reihe, weniger Unterschied zwischen den **Ordinaten**, die auf den Theilungspunkten stehen, und den **Linien**, welche den dazwischen enthaltenen **Räumen** proportional sind, findet, so daß alle Fehler verschwinden würden, wenn man der harmonischen Reihe unendlich viel Glieder gäbe, d. h. die **Ordinaten** unendlich nahe an einander seßte.

Kurz, ich hätte auf diesem Wege auf eine allgemeine Art beweisen können, daß man durch den Gebrauch der **Logarithmen** bey Höhenmessungen durchs Barometer, in der That die **Höhe** der Schichten ihrer mittlern Dichte d. i. den zwischen gleich weit voneinander entfernten **Ordinaten** enthaltenen **Räumen** proportional mache, und also die Absicht vollkommen und mit Genauigkeit erreiche.

Aber ich glaubte, Leser, die mit den Eigenschaften der Hyperbel bekannt sind, würden die Richtigkeit meiner Grundsätze ohnedieß einsehen, oder sie wenigstens aus der bloßen Anzeige einsehen lernen. Für die übrigen aber schien mir der vorhergehende Beweis, der mehr mit den physischen Ursachen in Verbindung stehet, verständlicher. (*)

(*) Ueber diese Bemühungen des Herrn de L. um die Rechnung durch die **harmonische Reihe** s. Herrn **Kästners** Abhandlung von Höhenmessungen durch das Barometer §. 309 — 312. Für diejenigen, welche die Rechnung des Unendlichen verstehen, sind sie überflüßig, und ein dem **Kästnerischen** ähnlicher Vortrag hätte wenigstens die Betrachtungen (568 — 577) ersparen können, wenn Herr de L. auch das vorhergehende beybehalten hätte, um die Verbindung mit den physischen Ursachen deutlicher zu zeigen.

Herrn K... Verfahren ist in der Kürze folgendes: An zweener Standpunkte niedrigstem sey die Barometerhöhe $=f$, am höhern $=y$. Am niedrigern sey die Dichte der Luft zur Dichte des Queckſilbers, wie m zu 1. Der Unterschied der Höhen beider Standpunkte sey $=x$, und man nehme an, die Dichte der Luft verhalte sich an jeder Stelle, wie die Kraft, womit sie zusammen-

578. Der Gebrauch der **Logarithmen** ist also bey Höhenmessungen mit dem Barometer genauer und

sammengepreßt wird. So giebt die Integralrechnung (angef. Abhandl. §. 14—22).

$$x = \frac{f}{m} \text{ log. nat. } \left(\frac{f}{y}\right)$$

Hat man nun in irgend einer bekannten Höhe über dem niedrigsten Standpunkte $= c$, die Barometerhöhe $= g$ gefunden, so ist

$$c = \frac{f}{m} \text{ log. nat. } \left(\frac{f}{g}\right)$$

daher $m = \frac{f}{c} \text{ log. nat. } \left(\frac{f}{g}\right)$

Man brauche beständig diesen Werth von m, so wird

$$x = c. \frac{\text{log. nat. } (f : y)}{\text{log. nat. } (f : g)}$$

oder, weil sich briggische Logarithmen, wie natürliche verhalten,

$$x = c. \frac{\text{log. } (f : y)}{\text{log. } (f : g)}$$

Nun findet Herr de Luc (561) bey der angenommenen Temperatur der Luft $f = 348$ Lin, $c = 12{,}497$ Toisen; $g = 347$ Lin. Mithin ist log. $(f : g) =$ log. $348 -$ log. $347 = 0{,}0012497$; und daher

$$x = \frac{12{,}497}{0{,}0012497} \text{ log. } (348 : y)$$

d. i. $x = 10000.$ log. $(348 : y)$

Die Höhe eines andern Orts, wo die Barometerhöhe h ist, über eben diesen Horizont wäre also 10000 log. $(348 : h)$, folglich der Unterschied beider Höhen $= 10000.$ log. $(h : y)$

Wird nun der Unterschied der Logarithmen von h und y mit 10000 multiplicirt, so rückt seine letzte Ziffer in

die

und gemeiniglich auch bequemer, als der Gebrauch einer **harmonischen Reihe**, deren Glieder mit dem Falle des Barometers von **Linie** zu **Linie** übereinstimmen. Inzwischen kann die letztere Methode noch in vielen Fällen nützlich seyn. Ich will daher das Mittel anzeigen, dessen ich mich bedient habe, um sie mit meinen Versuchen übereinstimmend zu machen, und zugleich beweisen, daß man sie zur Berechnung der Barometerbeobachtungen für die größten Höhen, auf welche man bisher gekommen ist, ohne große Fehler brauchen könne.

579. Bey meiner ersten Methode kömmt es, wie ich oben (544) gesagt habe, darauf an, eine Zahl zu finden, welche durch die Barometerhöhen von **Linie** zu **Linie** dividirt, die gehörige Größe der Glieder einer **harmonischen Reihe** gebe, welche die **Höhen** der Oerter ausdrücken sollen. Ich fand anfänglich die Zahl 25390; aber der Grad der Wärme der Luft, den ich erwählt hatte, um auf ihn alle meine Beobachtungen zu beziehen, war geringer, als derjenige, für welchen der Unterschied der Logarithmen die **Höhe** der Oerter in **Tausendtheilen** einer **Toise** gab. Da aber die Schwere der Luft

die Stelle der Tausendtheile: er giebt also, wenn man ihn als eine ganze Zahl betrachtet, die Höhe in Tausendtheilen der Toise (576).

Aus einer dem Herrn Hofr. **Kästner** mitgetheilten Tafel des sel. **Tobias Mayer** zeigt sich, daß dieser große Mathematikverständige bey Verfertigung derselben sich eben dieser Regel bedienet habe. Also muß er sie, ohne Herrn de L... Bemühungen genau zu kennen, auf Erfahrungen gegründet haben, die mit den Versuchen des letztern genau übereinstimmen. **A. d. U.**

bey zunehmender Wärme geringer wird, so mußte jede Luftsäule, die mit einer Linie Queckſilber im Gleichgewicht ſtehen ſollte, wenn alles übrige gleich blieb, bey der Temperatur, bey welcher die Logarithmen die Höhe in Tauſendtheilen der Toiſe gaben, länger ſeyn, als bey derjenigen Temperatur, auf welche ich meine Beobachtungen bey der erſten Rechnung bezogen hatte. Ich mußte alſo den gemeinſchaftlichen Dividend vergrößern, und um ihn auf eine zuverläßige und mit den Logarithmen übereinſtimmende Art zu beſtimmen, durfte ich nur 348 Linien (29 Zoll) als die größte beobachtete Barometerhöhe mit 12497 multipliciren, welche Zahl der Unterſchied der Logarithmen von 348 und 347 iſt, und bey dieſer Temperatur in Tauſendtheilen der Toiſe die Höhe der Luftſchicht ausdrückt, welche das Gleichgewicht mit einer Linie Queckſilber hält, wenn das Barometer auf 348 Linien ſteht. (568). Das Produkt 4348956 giebt den gemeinſchaftlichen Dividend in Tauſendtheilen der Toiſe; und derſelbe iſt 26094, wenn man die Höhen in Schuhen, oder 4349, wenn man ſie in Toiſen verlangt.

580. Durch den Gebrauch dieſer Zahl iſt man fürs erſte verſichert, daß man einerley Unterſchied der Höhe zweener Orte, an deren einem das Barometer auf 347, am andern aber auf 348 Linien geſtanden hat, finden werde, man mag den Unterſchied der Logarithmen beider Barometerhöhen dafür annehmen, oder 26094 durch 348 dividiren. Auf beiderley Art findet man 74 Schuhe, 11 Zoll, 9 Linien.

581. Um

581. Um nun auch zu finden, um wieviel sich beide Methoden unterscheiden, wenn man sich von dem ersten Gliede entfernt, will ich die grösste Höhe, auf welche man gekommen ist, zum Beyspiele wählen. So nennt Herr de la Condamine die Höhe des Coraçon, eines Berges der Cordeliere, welche 2470 Toisen über die Meeresfläche erhaben ist, und in welcher das Barometer auf 15 Zoll, 10 Linien (*p*) stehet. Also würde der größte Unterschied der Barometerhöhen, die man nach meinen beiden Methoden könnte zu berechnen haben, der Unterschied zwischen 29 Zoll und 15 Zoll 10 Linien oder zwischen 348 und 190 Linien seyn. Um nun ohngefehr den Unterschied der Werthe zu beurtheilen, welche die Zahlreihen nach beiden Methoden geben, darf man, da die ersten Glieder gleich sind, nur die letzten vergleichen. In der Reihe der logarithmischen Differenzen ist das letzte Glied der Unterschied der Logarithmen von 190 und 189; dieser beträgt 22918 Tausendtheile einer Toise oder 137,508 Schuhe. Das letzte Glied der harmonischen Reihe entsteht, wenn man 26094 durch 190 dividirt: der Quotient ist 137,339 Schuhe. Wir haben also zwo Reihen, jede von 158 Gliedern, zu summiren, deren erste Glieder gleich, die letzten aber nur um $\frac{169}{1000}$ Schuh unterschieden sind, welches noch nicht $\frac{1}{1000}$ Unterschied der ganzen Summen giebt.

Also ist selbst bey dieser großen Höhe der Unterschied beider Methoden so unbeträchtlich, daß man

(*p*) Diese Beobachtung ist am 20. Jul. 1738 gemacht. Man s. *Journal du Voyage fait à l'Equateur* &c. par Mr. de la Condamine p. 58.

ihn schon aus der Acht lassen könnte. Da er nun wegen der Natur der harmonischen Reihen schneller, als die Höhe selbst abnimmt, so war er für die größte Höhe, die ich auf dem Gebirge **Saleve** gemessen habe, schon auf $\frac{1}{4000}$ gefallen, so daß beide Methoden ziemlich einerley Resultate gaben, wenn ich in meinen Rechnungen nicht auf Theile von **Schuhen** sahe, wie ich dieß auch wirklich nicht gethan habe.

582. Man sieht hieraus, daß der Gebrauch der **Logarithmen** zwar in der That genauere Resultate giebt, als die **harmonische Reihe**, welche durch einen **gemeinschaftlichen Dividend** und die Reihe der Barometerhöhen von **Linie** zu **Linie**, berechnet wird, daß aber dieser Unterschied der Genauigkeit beynahe unmerklich ist, und daher bey der Messung der Berge aus der Acht kann gelassen werden. Wenn man also an irgend einem Orte, wo man das Barometer beobachtet, keine logarithmischen Tafeln bey der Hand hat, so kann man sich durch die Zahl 26094 helfen, wenn man mit ihr so verfährt, wie ich oben (546) für die Zahl 25390 gezeigt habe.

583. Zwar ist die Rechnung ein wenig weitläuftig, wenn die Unterschiede der Barometerhöhen groß sind; denn wenn man auch das leichteste Verfahren wählt, so muß man doch die Zahl 26094 so vielmal dividiren, als diese Unterschiede **Linien** enthalten und die Quotienten summiren. Aber man kann die Rechnung sehr abkürzen, wenn man nur einige Glieder der **harmonischen Reihe** berechnet, und die übrigen so ansieht, als ob sie in einer arithmetischen Reihe fortgiengen, deren Summe man denn leicht finden kann. Durch diese Veränderung wird die Höhe im Vergleich mit dem, was die **Logarithmen**

men geben, zu groß, und dieß um so viel mehr, je größer sie an und für sich ist. Z. B. bey einer Höhe von 10000 **Fuß** ist diese Vergrößerung nur 1 **Schuh** 8 **Zoll**, bey einer von 60000 **Fuß** schon 60 **Schuh**. Da aber zu Folge der Natur der **harmonischen Reihe**, wenn sie so, wie hier, gebraucht wird, ihre Glieder immer mehr und mehr zu klein werden, je weiter man sich von dem ersten entfernt (565): so hebt sich durch diese Verbindung der **harmonischen Reihe**, deren Glieder immer mehr zu klein, und der **arithmetischen**, bey der sie immer mehr zu groß werden, der Fehler dergestalt auf, daß im Vergleich mit den **Logarithmen** nur noch eine Vergrößerung übrig ist, die mit der Größe der Glieder ziemlich in einerley Verhältniß bleibt.

584. Auf dieses Aufheben gründet sich die Abkürzung der Rechnung, die ich vorschlage, wenn man für große Unterschiede der Barometerhöhen ohne **logarithmische Tafeln** rechnen soll. Man theile nämlich den Unterschied der Barometerhöhen in mehrere Theile, deren jeder etwa einen **Zoll** beträgt, berechne jeden Theil besonders, und vermindere dabey die Größe des **gemeinschaftlichen Dividenden** in der Verhältniß, in welcher man sonst die Höhe größer würde gefunden haben. Ich habe gefunden, daß man für die Höhen der Berge bey dieser Methode den **gemeinschaftlichen Dividend** statt 26094, 26054 setzen müsse. Ich will diese Rechnung durch ein Beyspiel erläutern.

585. Man habe z. B. das Barometer an zween Orten beobachtet, und an dem einen 28 **Zoll** $4\frac{1}{4}$ **Linie**, am andern 22 **Zoll** $1\frac{1}{2}$ **Linie** gefunden. Nun theile ich den Unterschied beider Höhen so, als ob

man

man das Barometer nach und nach auf 28 Zoll $4\frac{1}{4}$ Linie; 27 Zoll; 26; 25; 24; 23; und 22 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linie beobachtet hätte. Ich drücke diese Barometerhöhen in Linien aus, und finde

$340\frac{1}{4}$; 324; 312; 300; 288; 276; $265\frac{1}{2}$ Lin.

Ich dividire die Zahl 26054 durch alle diese Höhen: die Quotienten sind:

76,57; 80,41; 83,50; 86,84; 90,47; 94,41; 98,13.

Diese Quotienten geben in Schuhen die Höhe der Luft, die mit einer Linie Queckſilber im Gleichgewicht ſteht, wenn das Barometer ſo hoch ſteht, als die zugehörigen Diviſoren anzeigen.

Hierauf ſuche ich die Summen der ſechs arithmetiſchen Reihen, die ſich zwiſchen dieſen 7 Gliedern befinden. In der erſten iſt die Anzahl der Glieder $340\frac{1}{4} - 324 = 16\frac{1}{4}$, und die äußerſten Glieder ſind 76,57 und 80,41: alſo iſt die Summe der ganzen erſten Reihe

$$\frac{76,57 + 80,41}{2} \times 16\tfrac{1}{4} = 1275,46 \text{ Schuhe}$$

In der zweyten iſt die Zahl der Glieder

$324 - 312 = 12$; die äußern Glieder ſind 80,41 und 83,50

$$\text{Alſo die Summe } \frac{80,41 + 83,50}{2} \times 12 = 983,40$$

$$\text{Die dritte iſt } \frac{83,50 + 86,84}{2} \times 12 = 1022,04$$

$$\text{Die vierte } \frac{86,84 + 90,47}{2} \times 12 = 1063,80$$

$$\text{Die fünfte } \frac{90,47 + 94,41}{2} \times 12 = 1109,28$$

$$\text{Die ſechſte } \frac{94,41 + 98,13}{2} \times 10\tfrac{1}{2} = 1010,83.$$

Alſo die ganze Höhe in Schuhen = 6464,81

586. Nimmt man den Unterschied der **Logarithmen** beider Barometerhöhen, welche $340\frac{1}{4}$ und und $265\frac{1}{2}$ **Linie** sind, so findet man 1077336 **Tausendtheile einer Toise** (575), und folglich 6464,02 **Schuhe.** So giebt die von mir vorgeschlagne Rechnung beynahe einerley Resultat mit der **logarithmischen.**

Ich habe ein Beyspiel für einen großen Unterschied der Barometerhöhen gewählt, um zu zeigen, daß man auf diese Art leicht und genau rechnen könne. Man sieht, daß die Rechnung weit kürzer werde, wenn der Unterschied nicht über 1 **Zoll** beträgt, und daß man sie überall gebrauchen könne, wenn man nur die Zahl 26054 weiß. Sollte aber der Unterschied der Barometerhöhen nur einige **Linien** betragen, so muß man die erste Zahl 26094 gebrauchen.

Untersuchung der Temperatur der Luft, für welche die Logarithmen die Höhe ohne weitere Berichtigung geben. Dritter Versuch, die Wirkung der Wärme zu entdecken.

587. Ich komme nun auf die Mittel, deren ich mich bedienet habe, um den Grad der **Wärme** der **Luft** zu finden, für welchen der Unterschied der **Logarithmen** der Barometerhöhen die **Höhe** der Oerter in **Tausendtheilen einer Toise** giebt, und zu entdecken, wie man die Resultate für andere Grade der **Wärme** verändern müsse. Diese Untersuchung, die ich in der Folge auf die **Logarithmen** anwenden will, muß sich auch eben so auf meine **harmonische Reihe** anwenden lassen, deren **Dividend** 26094, oder bey der abgekürzten Methode 26054 ist.

588. Ich

588. Ich berechnete anfänglich alle meine Beobachtungen durch die **Logarithmen**, und nahm alle diejenigen zusammen, bey welchen die Differenz der Logarithmen der Höhe in **Tausendtheilen einer Toise** nahe kam. Ich fand die mittlere **Wärme** bey diesen Beobachtungen + $16\frac{3}{4}$ Grad an einem Queckſilber-Thermometer, das zwiſchen den **festen Punkten** in 80 Theile getheilt war.

Als ich diesen Punkt bestimmt hatte, ordnete ich alle Beobachtungen, die ich an jedem Standpunkte gemacht hatte, von neuem, sonderte diejenigen, die bey einer größern **Wärme** gemacht waren, von denen ab, bey denen dieselbe geringer gewesen war, und merkte bey jeder Beobachtung die Temperatur, und die durch die **Logarithmen** gefundenen Resultate in **Schuhen** an. Hierauf zog ich bey jedem Standpunkte die Summe aller Grade der **Wärme** über dem bestimmten Punkte, und aller durch die Rechnung gefundenen Höhen; eben dieß that ich für die Grade unter diesem Punkte, nahm aus beiden ein Mittel, und suchte aus diesen mittlern Graden der **zu großen** und **zu geringen Wärme**, verglichen mit dem **Mangel** oder **Ueberschuß** an den zugehörigen Höhen, wie viel **Schuhe** ich für jeden Grad an **Ueberschuß** oder **Mangel** der **Wärme** bey jedem Standpunkte hinzusetzen oder abziehen müsse, wie folgendes Beyspiel lehren wird.

589. Der eine Standpunkt ist um 2582 **Schuhe** über die gemeinschaftliche Grundfläche erhaben: ich habe an demselben zu verschiednen Zeiten 17 Beobachtungen gemacht. Bey achten davon hat das Thermometer tiefer, bey neunen höher, als an dem **bestimmten Punkte**, gestanden. Die Summe

aller

aller **Grade** für die 8 Beobachtungen unter diesem Punkte war — $33\frac{1}{3}$ Grad, welches mit 8 dividirt für das Mittel — $4\frac{1}{6}$ Grad giebt: die Summe der durch die **Logarithmen** für eben diese Beobachtungen gefundenen Höhen war 21037, und das Mittel 2630 **Schuhe**, d. i. um 48 **Schuhe** größer, als die wirkliche Höhe. Ich fand also, daß eine um $4\frac{1}{6}$ **Grad** zu geringe **Wärme**, die **Höhe** des Orts um 48 **Schuhe** zu groß gebe, und daß daher auf 1 Grad, $11\frac{1}{2}$ **Schuh** kommen müsse.

Die Summe aller **Grade** über dem bestimmten Punkte der Wärme für 9 Beobachtungen war $+ 31\frac{5}{8}$ **Grad**, und das Mittel $+ 3\frac{1}{2}$ Grad: die Summe der durch die Rechnung gefundenen **Höhen** für eben diese Beobachtungen 22875, und das Mittel 2542 **Schuhe**, d. i. um 40 **Schuhe** kleiner, als die wirkliche Höhe. Also hatten $3\frac{1}{2}$ **Grad** Ueberschuß der **Wärme** die **Höhe** des Orts um 40 **Schuhe** zu klein gegeben; mithin kam auf 1 **Grad** ohngefehr $11\frac{1}{2}$ **Schuh**.

Eben so verfuhr ich für alle Standpunkte, an denen ich beobachtet hatte, aber ich fand nicht überall eine gleiche Uebereinstimmung zwischen den Wirkungen der Verminderung und Vermehrung der Wärme: schon in dem angeführten Beyspiele ist diese Uebereinstimmung mangelhaft, wie ich in der Folge (599 u. f.) zeigen werde. Allein, da ich damals weder den Fehler selbst, noch seine Ursache kannte, so verband ich bey jedem Standpunkte die Wirkungen der Verminderung und Vermehrung der Wärme miteinander, und verfertigte eine Tafel, welche die Anzahl der **Schuhe** enthielt, welche man an jedem Standpunkte für jeden **Grad Ueberschuß**

oder Mangel an Wärme hinzusetzen oder abziehen mußte.

590. Nun verglich ich diese Wirkungen der Wärme an den verschiednen Standpunkten miteinander, und fand sie den Höhen über der gemeinschaftlichen Grundfläche ziemlich proportional, daß also die Berichtigung, welche nöthig war, um das Resultat jeder Beobachtung auf dasjenige zu bringen, was es bey dem bestimmten Grade der Wärme gewesen seyn würde, sich in zusammengesetzter Verhältniß der Höhe des Orts, und der Zahl der Grade der Wärme über oder unter der bestimmten Temperatur befand. Auf diese Art berichtigte ich nun alle durch die Rechnung gefundenen Höhen.

Vierter Versuch, die Wirkung der Wärme zu entdecken. Besondere Ausnahme bey Beobachtungen, die gegen Aufgang der Sonne gemacht sind.

Wenn ich alle Ursachen werde erklärt haben, die sich vereinigen, um den Unterschied der Barometerhöhen an Orten von verschiedner Höhe zu bestimmen, und wenn ich werde gezeigt haben, wieviel bey dieser Aufgabe noch unbestimmt sey, so wird man sehen, wie sehr sie die Aufmerksamkeit der Naturforscher verdienet. Diese Ursachen sind so verwickelt, daß der nächste Schritt von einer fast allezeit auf eine andere leitet, und jede von ihnen erstreckt sich auf noch viel mehrere Dinge, als auf die Höhenmessungen mit dem Barometer, welche hier meine Hauptabsicht sind. Diese Verbindung habe ich bey jedem Schritte in meinen Untersuchungen wahrgenommen, und mich bemühet,

bemühet, sie in meiner Erzehlung merklich zu machen. Ich will in dem übrigen Theile dieser Abhandlung eben so verfahren.

591. Als ich nach meiner neuen Regel meine Beobachtungen nach den Veränderungen der Wärme berechnet hatte, so betrachtete ich die neue Tafel: und ob sie gleich richtiger, als die vorige, war, so fanden sich doch noch Ungleichheiten darinn, die zu groß waren, um gänzlich aus der Acht gelassen zu werden. Jeder neue Versuch mit einer so großen Menge von Beobachtungen erfoderte eine beschwerliche Arbeit. Demohnerachtet entschloß ich mich alle diese Beobachtungen von neuem nach ihren Unterschieden zu ordnen, und von denen anzufangen, welche die geringste Höhe gaben. In die danebenstehenden Columnen setzte ich alle dabey befindliche Umstände, woraus für jeden Standpunkt folgende Ordnung entstand.

592. Die erste Columne enthielt die nach meiner Regel gefundenen Höhen des Orts, in der angezeigten Ordnung. In der zweyten befand sich die jedesmalige Wärme, in der dritten die beobachtete Barometerhöhe. Die vierte enthielt den Zustand der Atmosphäre in Absicht auf die Luftbegebenheiten, die fünfte die Stunde der Beobachtung, die sechste endlich das Jahr, den Monat und den Tag derselben.

593. Hierauf suchte ich, ob sich zwischen den Unterschieden der durch die Rechnung gefundenen Höhen und irgend einem von diesen Umständen bestimmte Verhältnisse finden ließen. Ich ward deren einige in den vier ersten Columnen gewahr, von denen ich aber nicht sogleich Gebrauch machen wollte,

weil ich noch nichts regelmäßiges darinnen fand. Da ich aber auf die fünfte kam, worinnen sich die Stunde der Beobachtung fand, so schien es mir auffallend, daß ich alle die **gegen Aufgang der Sonne** gemachten im obern Theile der Columnen fand. Ich fand dabey keine Ausnahme, und alle **gegen Aufgang der Sonne** gemachte Beobachtungen gaben durchgängig die **Höhe** des Orts geringer, als die andern, ob sie gleich nach eben der Regel berechnet waren.

594. Ich suchte die Ursache dieser Abweichung anfänglich bloß in dem Grade der Wärme, der bey **Aufgang der Sonne** gemeiniglich geringer, als zu jeder andern Stunde des Tages ist. Nun schloß ich, wenn dieser Unterschied die Ursache des im Resultate für die Höhe befindlichen **Mangels** wäre, so müßten wohl die zu der wärmsten Stunde des Tages gemachten Beobachtungen einen **Ueberschuß** in diesem Resultate geben, und ob sich dieß in der That so befände, suchte ich auf folgende Art zu erfahren.

595. Ich nahm alle in der Pläne gemachten Thermometerbeobachtungen zusammen; denn man hatte Thermometer und Barometer daselbst immerfort von Morgen bis Abend jede Viertelstunde beobachtet. Ich bemerkte die Zeit des Tages, welcher zwischen Auf- und Untergang der Sonne die geringste, mittlere, und größte Wärme zukam, und fand zu jeder Jahrszeit, (wenn sich nicht besondere und merkliche Ursachen einer Ausnahme, z. B. Wind, Wolken u. d. g. fanden) die geringste Wärme bey Aufgang der Sonne, die mittlere, wenn der fünfte Theil des Tages verflossen war und kurz vor Untergang der Sonne, die größte aber zu Ende des dritten

Viertels der Zeit, welche die Sonne über dem Horizonte verweilte.

596. Diesem Verhalten der Wärme nach den Stunden des Tages zu folge setzte ich an meine Tafel eine siebente Columne, in welcher ich bemerkte, zu welchem Theile des Tages jede Beobachtung gehörte. Ich fand, daß die mehresten von denen, welche die Höhe zu groß gaben, in den wärmsten Theil des Tages fielen, aber noch fanden sich dabey allzuviel Ausnahmen, als daß sich etwas allgemeines daraus hätte schließen lassen, und der größte Vortheil, den mir diese Verbindungen verschafften, war dieser, daß ich die mittlere Wärme des Morgens für die bequemste Zeit zu Beobachtungen dieser Art erkannte (741). Auch bemerkte ich, daß zu der wärmsten Zeit des Tages das Barometer in der Plåne stets am tiefsten stehe, wenn nicht fremde Ursachen eine Ausnahme veranlassen: welches die Theorie bestätiget, die ich über die Wirkungen der Wärme in die Atmosphäre (528) vorgetragen habe. In andern Himmelsstrichen findet vermuthlich eben dieses statt: denn Herr **de la Condamine** berichtet in dem Tagebuche seiner Reise nach dem Aequator, daß um die Cordeliere das Barometer stets drey Stunden nach dem Mittage am tiefsten stehe (q). Unter dieser Breite aber,

(q) Eben diese Beobachtung machte Herr **de la Condamine** zu **Quito**. Dieß scheint mit dem obigen (528, 529) zu streiten, daß der Einfluß der Wärme auf die Barometerhöhe in der Plåne und auf den Bergen entgegengesetzt sey. Aber, wie mir Herr de la Condamine selbst gesagt hat, war sein Barometer nicht am Feuer gefüllt, und mußte also bey zunehmender Wärme fallen (353), und dieß um desto mehr, je weniger es

wo die Sonne stets beynahe zwölf Stunden über dem Horizonte verweilet, sind um drey Uhr des Nachmittags drey Viertel des Tages verflossen.

597. Ich komme auf die Beobachtungen **gegen Aufgang der Sonne** zurück. Die vorigen Untersuchungen erlauben mir nicht, die beträchtlichen Abweichungen, die ich in den Resultaten derselben finde, einer noch nöthigen Berichtigung wegen der Temperatur der Luft zuzuschreiben: ich bin daher geneigt, den **Ostwind** als die Hauptursache derselben anzusehen.

Ueberhaupt ist es wohl nicht ganz gleichgültig in Absicht auf den Druck der Luft, besonders in den Gegenden um die Berge, ob sie durch die Winde nach dem verschiednen Grade ihrer Stärke und Richtung mehr oder weniger zusammengedrückt oder gehoben wird. Ich habe darüber mit einem besonders dazu verfertigten **Anemometer** einige Beobachtungen angestellt, aber da ich nichts bestimmtes durch dieselben gefunden habe, so wäre es unnöthig, dieselben anzuführen. Ich will also nur so viel sagen, daß ich selbst bey den stärksten Winden keine Veränderung gefunden habe, die man denselben mit Gewißheit zuschreiben könnte. Ohne Zweifel sind diese Winde regelmäßige Ströme in der Atmosphäre, und verändern also das Gesetz des Drucks der Luft nur sehr wenig. **Mit dem Ostwinde** aber, der vor Sonnenauf-

die Vermehrung der obern Luft zum steigen trieb. Ueberdieß haben die Gipfel dieser Berge viel Fläche, so daß man sie als eine Art von Pläne betrachten kann, über welcher sich die vom Meere aufsteigende Luft nicht sogleich verbreiten kann, ehe sie durch die Kühle des Abends wieder von neuem verdichtet wird.

nenaufgang vorhergeht, hat es eine andere Bewandniß. Sowohl während meiner Beobachtungen, als auch auf meinen Reisen habe ich oft bemerkt, daß bey Anbruch des Tages die Luft ganz still ist, daß aber **kurz vor Aufgang der Sonne** sich ein **Ostwind** erhebt, der nach der verschiednen Beschaffenheit des Orts und der Umstände länger oder kürzer anhält. Wenn ich aber die Wirkung betrachte, die eine bewegte Luft hervorbringen muß, wenn sie an eine stille stößt, so finde ich, daß überhaupt bey dem Stoß das Gesetz des Druckes leide, daß die Luft in der Pläne gehoben, und auf die Berge gebracht werden könne, daß also das Barometer daselbst für die beobachtete Temperatur ein wenig zu hoch stehen, und der Unterschied zwischen ihm und dem Barometer in der Pläne zu klein werden könne, wobey denn die Rechnung eine kleinere Höhe geben muß, als sie sollte. Vielleicht trägt auch die schnelle Verminderung der Wärme, die um diese Zeit zu geschehen pflegt, etwas zu dieser Ausnahme bey, wovon ich in der Folge (659) reden werde (*r*).

598. Aber die Ursache sey auch, welche sie wolle, so ist es nach meinen Beobachtungen gewiß, daß, wenn Temperatur und Barometerhöhe gleich bleiben, die Luft im untern Theile der Atmosphäre niemals dünner ist, als **gegen Aufgang der Sonne.** Ich

(*r*) Ich kann nicht mit Gewißheit versichern, ob man überall eben diese Ausnahme bey den Beobachtungen, die gegen **Aufgang der Sonne** gemacht sind, finden werde: vielleicht hat die Lage der Orte einigen Einfluß. Ich werde davon sogar in der Folge ein Beyspiel geben, und die Lage des Berges anzeigen, auf welchem ich diese Beobachtungen angestellt habe (624).

kann noch hinzusetzen, daß der Unterschied geringer ist, wenn ein anderer Wind stark genug ist, dem Ostwinde zu widerstehen. Da ich bloß aus Beobachtungen schließe, so muß ich still stehen, so bald mich diese nicht weiter führen. Also kann ich nicht sagen, wie der Zustand der Luft sey, wenn es bey Aufgang der Sonne regnet, oder der Himmel trübe ist: auch weiß ich nicht, was für eine Wirkung auf die Verhältnisse des Drucks der Luftschichten die Sturmwinde thun, welche die Atmosphäre in einem kleinen Striche Landes bewegen, da sie indeß in den umliegenden Gegenden ruhig bleibt. Wenn man übie Witterung befürchtet, so entfernt man sich nicht gern allzuweit von seiner Wohnung, um unter freyem Himmel und auf den Bergen Beobachtungen anzustellen.

599. Ob nun gleich alle Beobachtungen, die gegen Aufgang der Sonne gemacht sind, die Höhen zu klein gaben, so konnte ich doch keine bestimmte Regel für die Berichtigung dieses Fehlers finden. Ich setzte also alle diese Beobachtungen beyseite: und da sie alle zu denen gehörten, für welche die Temperatur unter den obenerwähnten bestimmten Punkt fiel; so bedurfte nun mein Verfahren, um die Wirkung der Wärme zu bestimmen, in dieser Classe einer Berichtigung, die ich an dem obigen Beyspiele (589) zeigen will.

600. An dem zum Beyspiel angenommenen Standpunkte fanden sich 8 Beobachtungen unter dem bestimmten Punkte der Temperatur; die Summe der Grade des Thermometers war $-33\frac{1}{3}$; die Summe der durch die Rechnung gefundenen Höhen 21037 Schuhe. Unter diesen 8 Beobachtungen

tungen war eine **gegen Aufgang der Sonne** gemacht, die ich von den andern absonderte; die Temperatur dabey war $-5\frac{1}{6}$; und die **Höhe nach der Rechnung** 2600 Schuhe. Es blieben mir also 7 Beobachtungen übrig; die Summe der Grade $-28\frac{1}{6}$; und die Summe der Höhen 18437 Schuhe: welches für die mittlere **Wärme** der Luft -4, und für die mittlere **Höhe** 2634 Schuhe, also 52 Schuhe zu viel giebt. Dieser neuen Berechnung zu Folge giebt 1 **Grad der Wärme** zu wenig, 13 **Schuhe** zu viel in der Höhe, anstatt daß ich nach der ersten für eben diese Veränderung der Temperatur nur $11\frac{1}{2}$ **Schuh** gefunden hatte.

601. Diese Veränderung, die ich auf eine ähnliche Art für alle Fälle unternahm, für welche ich Beobachtungen **gegen Aufgang der Sonne** hatte, brachte eine Uebereinstimmung in den Resultaten hervor, die ich durch mein erstes Verfahren nicht hatte finden können. Die vorigen Resultate unterschieden sich auf eine dreyfache Art: 1) Für einige Standpunkte gab die Verminderung der Wärme, für einen **Grad** des Thermometers in **Schuhen** ausgedrückt, genau eben das **zu viel**, was die Vermehrung der Wärme **zu wenig** gab. 2) Für andere Standpunkte war die letztere Wirkung größer als die erstere; 3) war für einige der Unterschied umgekehrt.

602. Die zweyte Berechnung aber brachte alles auf den letzten Fall; nämlich in allen Standpunkten war die Wirkung der **Wärme**, für einen **Grad** des Thermometers in **Schuhen** ausgedrückt, bey der Verminderung der Wärme größer, als bey ihrer Vermehrung. Die fehlerhafte Gleichförmigkeit, die

sich im vorigen bey dem ersten Falle gezeigt hatte, rührte von einer oder mehreren gegen Sonnenaufgang gemachten Beobachtungen her, welche in der Summe der durch die Rechnung gefundenen Resultate die Wirkung der allgemeinen Ursache verminderten: der große Fehler im zweyten Falle kam von mehrern dergleichen Beobachtungen her: und im dritten, welcher der richtige war, fanden sich gar keine Beobachtungen dieser Art.

603. Man kann leicht sehen, daß nun die Theorie mit der Erfahrung übereinstimmte. Um uns davon zu überzeugen, wollen wir das Thermometer zum Beyspiele nehmen. Dieses Werkzeug mißt die Vermehrung der Wärme durch gleiche Vermehrungen des Queckſilbervolumens, die sich übereinander anhäufen. Aber diese gleiche Volumina haben nicht einerley Schwere, z. E. ein Grad Queckſilbervolumen bey der Wärme des siedenden Waſſers wiegt weniger, als ein Grad bey der Temperatur des Eispunktes.

604. Was ich hier vom Thermometer gesagt habe, zeigt uns, was in der Luft vorgehe. Die Volumina der Luft, die sich über einer Säule von bestimmter Grundfläche und Höhe erheben, sind für alle Grade, um welche das Thermometer steigt, einerley (vorausgesetzt, daß Luft und Queckſilber sich nach einerley Gesetz ausbreiten). Allein sie sind darum nicht gleichschwer: ihr Gewicht nimmt wie ihre Dichte, und diese so ab, wie die Wärme zunimmt. Folglich sind die daraus für die Barometerhöhe herfließenden Unterschiede nicht gleich, sondern verhalten sich, wie die Dichte der Luft. Da sich nun diese umgekehrt, wie das Volumen verhält, so laufen sie in

einer

einer harmonischen Reihe fort, wenn das Volumen in arithmetischer Reihe zunimmt.

605. Also kann die eigentliche Berichtigung wegen der Wärme bey einerley Standpunkte nicht für jeden **Grad** des Thermometers, er sey über oder unter der 0, einerley seyn, wie ich sie zuerst angenommen hatte, sondern muß sich bey jedem **Grade** so ändern, wie sich der Unterschied der Schwere der gleichen Luftvoluminum ändert, welche sich über einer Säule von bestimmter Grundfläche und Höhe bey den Veränderungen der **Wärme** erheben, oder von derselben abgehen.

606. Ich mußte also meine Berichtigung wegen der Veränderungen der **Wärme** zum drittenmale ändern, und that dieß meinen Beobachtungen gemäß auf folgende Art.

607. Ich suchte für alle Standpunkte die **Verhältniß** zwischen der **Höhe des Orts** und der mittlern Anzahl der **Schuhe**, die man für einen **Grad** des Thermometers um den **bestimmten Punkt** der Temperatur hinzusetzen oder abziehen müßte; und nach was für einem **Gesetze** sich diese **Verhältniß** ändere, wenn man sich von diesem Punkte auf beiden Seiten entfernte. Ich fand nach diesem Verfahren so viel Gleichförmigkeit zwischen den für jeden Standpunkt gefundenen **Verhältnissen**, und so wenig regelmäßiges in ihren kleinen Abweichungen, daß ich mich entschloß, alle diese **Verhältnisse** mit einander zu verbinden. Hierdurch fand ich, daß um den **bestimmten Punkt** der Temperatur sich die Berichtigung für einen **Grad** des Thermometers zur **Höhe des Orts** verhielt, wie 1 zu 215: und

daß die in dieser Verhältniß vorzunehmenden Vermehrungen oder Verminderungen wegen der verschiednen Schwere gleicher aber verschiedentlich warmer Luftvoluminum, sich ziemlich wie die Unterschiede der durch die **Logarithmen** gefundenen und der **wirklichen** Höhen des Orts verhielten. Oder allgemeiner: daß **die für einen Grad des Thermometers plus oder minus vorzunehmende Berichtigung sich zu der durch die Logarithmen gefundenen Höhe verhalte, wie 1 zu 215.** (*)

608. Diese Berichtigung war an uud für sich sehr einfach: sie würde aber in der Ausübung große Unbequemlichkeiten veranlasset haben, wenn ich die Eintheilung meines Thermometers beybehalten hätte. Denn die Verhältniß 1:215 erforderte eine etwas lange Rechnung: und der auf $+16\frac{1}{4}$ Grad gesetzte beständige Punkt der Temperatur, war unbequem, und konnte sogar Fehler beym Beobachten veranlassen.

(*) Diesen etwas undeutlichen Ausdruck muß man nach dem Gebrauch, den Herr de Luc davon macht, so erklären. Für jeden Grad der reaumurischen Scale von 80 Theilen, um den das Thermometer **über** dem Punkte der (588) bestimmten Temperatur stehet, muß man zu der durch die Logarithmen gefundenen Höhe noch $\frac{1}{215}$ derselben **addiren**: für jeden Grad aber, um den es **unter** diesem Punkte steht, muß man von eben dieser Höhe $\frac{1}{215}$ derselben **subtrahiren**. Es stehe z. B. das Thermometer $\pm n$ reaumurische Grade von diesem Punkte ab, und die durch die Logarithmen gefundene Höhe sey b; so ist die Berichtigung $\frac{n}{215} \times b$, und die berichtigte Höhe $b + \frac{n \times b}{215}$. s. Kästners oftangef. Abhandl. §. 323. A. d. U.

sen. Ich entschloß mich also, das Thermometer auf eine andere hierzu bequemere Art einzutheilen.

609. Die Verhältniß 1:1000 schien mir zu meinen Absichten am bequemsten. Da ich aber, um sie unmittelbar gebrauchen zu können, das Thermometer in allzukleine Grade hätte abtheilen müssen, so richtete ich meine **Scale** für die Verhältniß 1:500 ein: weil ich von derselben leicht auf die Verhältniß 1:1000 zurückkommen konnte, wenn ich die Anzahl der Grade der Beobachtung verdoppelte, und bey den gewöhnlichen Fällen die Beobachtung in der Pläne und die auf dem Berge zusammen addirte (633).

610. Um nun zu finden, wieviel ich dieser Wahl zufolge dem Raume zwischen den beiden **festen Punkten** Theile geben müsse, bediente ich mich folgender Analogie: Wie 215 (als die nach der ersten Eintheilung des Thermometers gefundene Zahl) sich verhält zu 500 (als der neuangenommenen Zahl), so verhält sich 80 (die Anzahl der Grade nach der ersten Eintheilung) zu der Zahl der Grade, welche die neue Eintheilung zwischen den **festen Punkten** erfordert. Die Rechnung giebt 186, und weil ferner $80:186 = 16\frac{3}{4}:39$, (wobey $16\frac{3}{4}$ die Temperatur ist, bey welcher die Logarithmen unmittelbar die **Höhe** geben), so ward auf meiner neuen Scale 39 der bestimmte Punkt der Wärme, über und unter welchem die durch Rechnung gefundenen Höhen berichtiget werden mußten, daher ich denn die Null an diesen Punkt setzte. Der **Siedpunkt** kam also nach dieser Scale auf +147, der **Eispunkt** auf — 39. Nach diesen Angaben wird man leicht die Scale verfertigen können. Ich habe sie Taf. VI. Fig. 1. neben die Scalen des **Fahrenheitischen** und des **Quecksilberther-**

berthermometers von 80 Graden gesetzt, damit man ihre Verhältnisse auf einen Blick übersehen könne.

611. Dadurch wird nun das Verfahren, wodurch man die Beobachtungen auf eine bestimmte Temperatur bringt, sehr einfach. Man darf nur die gefundene **Höhe**, oder die **Differenz** der **Logarithmen der Barometerhöhen** durch die doppelte Anzahl der Grade, die dieses Thermometer anzeigt, multipliciren, und dann durch 1000 dividiren. Den Quotienten addirt man zur gefundenen Höhe, wenn die Grade **positiv** sind, und subtrahirt ihn davon, wenn sie **negativ** sind. Setzt man also die gefundene Höhe des Orts $= a$; die Differenz der Logarithmen der Barometerhöhen $= b$; die an dem Thermometer beobachteten Grade $= c$; so wird die Berichtigung durch die Formel

$$b \pm \frac{b \times 2c}{1000} = a$$

ausgedrückt (*).

612. Diese

(*) Diese neue Scale des Herrn de Luc hat zwischen Eis- und Siedpunkte $\frac{500.80}{215}$ Theile, da die vorhergebrauchte reaumurische in eben diesem Raume 80 hat. Ein Grad der neuen Scale ist also $= \frac{215}{500}$ reaumur. Grade. Nun stehe das Thermometer an ihr auf $\pm c$, d. i. es stehe um $\pm c$ ihrer Grade, oder um $\frac{215}{500}.c$ reaumurische Grade von der (588) bestimmten Temperatur, die nach der neuen Scale Null ist, ab. Für den Abstand $\pm n$ reaumur. Grade gab § 607. Anm. (*) die Berichtigung $\pm \frac{n}{215}.b$; also für $\frac{215}{500}.c$ reaumur. Grade, $\frac{c}{500}.b$; daher die berichtigte Höhe $= b \pm \frac{b \times 2c}{1000}$.

Noch

612. Diese Methode, welche, so viel ich habe wahrnehmen können, allen meinen Beobachtungen Gnüge leistet, enthält auch die Bedingung, die ich (602 u. f.) nothwendig gefunden habe, daß man von der unmittelbar aus der Beobachtung gefundenen Höhe mehr abziehen müsse, wenn das Thermometer unter der **Null** steht, als man dazu addiren muß, wenn es über **Null** stehet; wenn gleich die Anzahl der **Grade** einerley ist. Denn wenn die Luft dichter ist, als bey dem Grade der Wärme, wo die Differenzen der Logarithmen der Barometerhöhen unmittelbar die **Höhen der Orte** geben; so werden die Unterschiede der Barometerhöhen, und also auch die ihrer Logarithmen, größer, und umgekehrt. Meine Berichtigung aber für die **Wärme** verhält sich, wie der Unterschied der Logarithmen der beobachteten Barometerhöhen.

Es würde mir unmöglich gewesen seyn, diese Regel **aus der Theorie** zu finden, weil ich die Verhältniß der Ausdehnungen der Luft und des Queckfilbers durch die Wärme nicht kannte. Aber nun könnte man vielleicht aus dieser durch die Erfahrung gefundenen Regel die erwähnte Verhältniß finden. Ich verspare aber die Erklärung der hieher gehörigen Sätze

Noch ist anzumerken, daß Herr de L. der Bequemlichkeit halber die Brüche weglässt, eigentlich aber dem Siedpunkte $147\frac{9}{43}$, dem Eispunkte $-38\frac{36}{43}$ beygeschrieben werden, und der ganze Raum zwischen beiden $186\frac{2}{43}$ Grad bekommen muß.

Beobachtet man nach einem Fahrenheitischen Thermometer, und findet dasselbe bey m Grad, so ist das hier zu gebrauchende $c = \frac{m}{0,9675} - 72,018$, wie Herr Kästner a. a. O. §. 326. zeigt. A. d. U.

Sätze auf einen andern Ort (663 und 664), weil wir jetzt bloß auf die Beobachtungen sehen.

613. Da ich nun die Scale meines Thermometers bestimmt hatte, so richtete ich mich nach derselben in den Ausdrücken der Wärme bey allen meinen Beobachtungen; und änderte dieselben auf die erforderliche Art. Und hier bin ich in Absicht auf die allgemeinen Regeln stehen geblieben. Ich habe aber noch einige besondere Bemerkungen gemacht, die ich hier erwähnen muß.

Besondere Wirkung der Wärme an einigen Orten.

614. Außer den bisherangeführten Ursachen, welche einen Einfluß in die Barometerhöhen haben, giebt es noch eine, deren Wirkung sehr schwer zu bestimmen ist, nämlich die Lage der Orte.

Ob ich gleich die Erfindung einer bestimmten Regel solang verschoben hatte, bis ich eine große Menge von Beobachtungen würde vergleichen, und auf eine gewissere Art zu meinem Zwecke gelangen können, so verglich ich doch auch von Zeit zu Zeit meine schon angestellten Beobachtungen untereinander. Da ich nun für alle Standpunkte des Berges einige hatte, so ward ich gewahr, daß in den drey niedrigsten die Unterschiede der Barometerhöhe überhaupt größer waren, als sie im Vergleich mit den unmittelbar darauf folgenden seyn sollten.

615. Ich dachte anfänglich, die Dünste, womit die Luft nahe an der Oberfläche der Erde angefüllt ist, könnten eine Ursache dieser Unregelmäßig-

keit

keit seyn. Um die Richtigkeit meiner Vermuthung zu prüfen, hätte ich sehr häufige Beobachtungen an diesen drey Standpunkten, und besonders bey verschiednem Zustande der Atmosphäre anstellen müssen. Aber da ich meiner Geschäffte wegen weder die Zeit nach Wunsche wählen, noch auch oft genug reisen konnte, so mußte ich den Plan der Beobachtungen mehr nach meinen Umständen einrichten.

616. Die Stadt **Genf** liegt an einem Hügel, auf dessen Spitze die Hauptkirche stehet. Bey dieser Lage fand ich eine senkrechte Höhe, welche zu meinen Versuchen groß genug war; ich maß also die Erhöhung eines Ortes auf dem Glockenthurme, über einen andern Ort in den *Rues-basses*, stellte an beiden Barometer auf, und überzeugte mich durch eine große Menge von Beobachtungen, die ich in der Folge mittheilen will, daß der untere Theil der Atmosphäre nicht von der allgemeinen Regel abweiche. Dieses werden auch meine zu **Turin** und **am Ufer des Meers** angestellten Beobachtungen noch mehr bestätigen. Zwar weichen bey einigen Beobachtungen die Resultate von der Regel ab, aber so, daß sie bald **mehr** bald **weniger** betragen. Ueberdieß ist es bey den Barometerbeobachtungen eben so, wie bey Messungen mit Quadranten oder ähnlichen Werkzeugen. Je spitziger bey den letztern die Winkel werden, desto mehr Einfluß haben die Fehler: und eben so ändern bey kleinen Unterschieden der Höhe die kleinsten Fehler das Resultat auf eine merkliche Art.

617. Da ich also durch diesen Versuch meine erste Muthmaßung ungegründet fand, so suchte ich, was für eine andere Ursache die am Fuße des Berges

Salève

Saleve beobachtete Wirkung hervorbringen könnte, und fand diese in der Lage der Standpunkte.

618. Der Berg streckt sich von Nordost nach Südwest. Die erwähnten Standpunkte liegen an der Westseite, wo sich ein sehr hoher unbedeckter Fels senkrecht über sie erhebt. Von Mittag bis Abend wirft die Sonne ihre Stralen gegen denselben, und erwärmt ihn so stark, daß man die von ihm zurückgeworfene Wärme noch verspürt, wenn man sich ihm vor Aufgang der Sonne nähert.

619. Diesem Umstande zufolge mußte der untere Theil der Luftsäule, die in diesen Standpunkten auf die Barometer drückte, wärmer seyn, als ein in eben dieser Horizontalebne liegender Theil einer andern Säule, die eine halbe Stunde weit von diesem Orte auf das Barometer in der Pläne drückte: folglich hatten diese Theile der beiden Luftsäulen nicht einerley Schwere. Nämlich, wenn man das Barometer in der Pläne so hoch, als das auf dem Berge stand, hätte erheben können, so würde das Queckfilber darinnen ein wenig höher als im letztern gestanden haben. Folglich stand das Barometer auf dem Berge im Vergleich mit dem in der Pläne ein wenig zu tief, und dieß gab den Unterschied zwischen beiden etwas zu groß. Daher geben die an diesen Orten angestellten Beobachtungen die Höhen etwas zu groß, ob sie gleich nach einer Regel berechnet werden, welche in andern Fällen zutrifft.

620. Wir finden ein bekanntes Beyspiel dieses Unterschieds der Schwere in benachbarten Luftsäulen an dem Rauche, der in den Schorsteinen aufsteiget. Wenn man die Ofen heizet, so wird die Luft in dem

Schor-

Schorsteine erwärmt, und die darüber liegende Luftsäule, von der ein Theil eingeschlossen ist, wird leichter, als die nebenanliegenden. Die dadurch verursachte Störung des Gleichgewichts macht, daß die im Zimmer enthaltene Luft ununterbrochen durch den Schorstein aufsteigt, nnd den Rauch mit sich führet.

621. In unserm Falle thut die Sonne eben die Wirkung, die hier das Feuer in dem Schorsteine hervorbringt. Sie erwärmt den Felsen, der sich über den Standpunkten erhebet; dieser erwärmt wiederum die Luft, dehnet sie aus, und macht sie folglich **leichter**, als sie in andern Theilen dieser Horizontalebne ist. Also muß das Barometer am Fuße des Felsens tiefer stehen, als es sonst in eben dieser Höhe geschehen würde. Was mich in dieser Meynung bestärkt, oder mich vielmehr auf dieselbe bringt, ist, daß ich die **Höhe** dieser Standpunkte allezeit größer fand, wenn ich des **Nachmittags** beobachtete, d. i. wenn der Felsen durch die Sonne stärker erwärmt wurde: daß ich im Gegentheil die Höhe genau so fand, wie sie seyn sollte, wenn er durch Regen oder kühle Winde **abgekühlt** ward.

622. Es ist zu bedauren, daß man die Wirkung solcher Ursachen, die gewissen Orten eigen sind, nicht auf bestimmte Regeln bringen kann. Inzwischen muß man doch Achtung darauf geben. Man muß also den Zustand der Luftsäulen, welche sich über den Orten der Beobachtung befinden, in Betrachtung ziehen, und wenn man glaubt, daß aus irgend einer Ursache die eine mehr als die andere ausgedehnt sey, so kann man nach Beschaffenheit der Umstände **mehr** oder **weniger** zu der unter der leichtern Säule gefundenen Barometerhöhe hinzuse-

ßen. Besonders ist diese Bemerkung in solchen Fällen nützlich, wo man das Barometer an einem Orte von bekannter Höhe beobachtet, weil man alsdann, wenn meine Regel diese Höhe nicht genau giebt, vielleicht die Ursache davon in einem dem Orte eignen Umstande finden kann. Das einzige, was ich mit Gewißheit davon sagen kann, ist, daß eine ganz besondere Verbindung vieler Umstände statt finden müßte, wenn die Aenderung, die man deswegen in der Barometerhöhe zu machen hat, über ein Viertel einer Linie betragen sollte.

Ich beschließe hier die Erzehlung meiner durch die Erfahrung gemachten Entdeckungen. Aus den Beobachtungen, die ich bald mittheilen werde, wird man den **Grad der Zuverläßigkeit**, zu welcher ich gekommen bin, bestimmen können. Dann will ich auch die Ursachen anzeigen, welche die darunter befindlichen Abweichungen können veranlasset haben. Vorher aber will ich noch mit wenigem alle Bedingungen wiederholen, die zu einer genauen Beobachtung nothwendig sind, um sie denen, die sich mit solchen Versuchen beschäfftigen wollen, auf einen Blick vor Augen zu stellen.

Viertes

Viertes Capitel.

Wiederholung der vornehmsten Bedingungen, welche zu Höhenmessungen mit dem Barometer erfordert werden.

623. Da dieses Capitel nichts, als Wiederholungen aus dem vorigen enthält, so habe ich darinn auf die Stellen meines Buchs verwiesen, wo man weitläuftigere Erklärungen aller darinn angezeigten Umstände, in Absicht auf die nöthige Behutsamkeit, und die gehörige Art zu beobachten, finden kann.

1) Das Reisebarometer muß aus einer gebognen Röhre von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien Weite im Lichten, die so genau cylindrisch, als möglich, ist, bestehen (384). Wenn man keine vollkommen cylindrische Röhren findet, so muß man wenigstens für den **kürzern Schenkel** einen solchen Theil der Röhre wählen, daß die Durchmesser derer Theile beider **Schenkel**, in welchen sich die beiden Enden der gekrümmten Queckfilbersäule zu gleicher Zeit befinden, einander so gleich, als möglich werden (480).

2) An Glase darf die Röhre nicht über eine halbe **Linie** stark seyn. Denn theils ist es schwer, das Queckfilber in einer Röhre, welche stark an Glase ist, zu kochen, ohne daß sie springe, theils kann man auch durch ein dickes Glas die Höhe des Queckfilbers nicht wohl beobachten, weil alsdann die auf das Gestell gezeichnete **Scale** weit von der Queckfilbersäule abstehet.

3) Man muß die Röhre mit sehr reinem Queckſilber füllen, und dieſes alsdann über Kohlenfeuer nach und nach von einem Ende der Röhre bis ans andere auskochen (356). Der Drath, den man gemeiniglich bey dieſem Verfahren gebraucht, iſt mehr ſchädlich, als nützlich.

4) Man muß die **Luft** aus dem untern Theile der Röhre ſaugen, bis das Queckſilber auf die Höhe von 20 **Zollen** geſunken iſt, und wenn man es eine Zeit lang in dieſer Höhe erhalten hat, es nach und nach wieder ſteigen laſſen (401—408).

5) Es iſt nothwendig, zu verhindern, daß die **Luft** beym Hin- und Wiederſchaffen nicht in das Barometer dringe (404). Man kann dazu das (418 u. f.) angegebne Mittel gebrauchen, oder ein anderes, welches eben dieſe Abſicht erfüllet.

6) Es iſt gut, die **Scale** des **Reiſebarometers** ſo einzurichten, daß man die Barometerhöhe durch eine bloße Addition finde (485, 486): und die ganze Scale mit einem Maaßſtabe von 27 oder 28 **Zollen** mit einemmale und nicht, wie gewöhnlich, Zoll für Zoll aufzutragen.

7) Vor der Beobachtung muß man allezeit an das Barometer ſchlagen, um das Anhängen des Queckſilbers an die Wände der Röhre zu vermeiden (406); auch muß man ſich verſichern, daß bey der Beobachtung ſelbſt das Auge in einerley Horizontalebne mit dem Queckſilber ſtehe (407).

8) Man muß bey dem Barometer ein Queckſilberthermometer mit einer kleinen Kugel haben, welches in die Mitte der Länge des Barometers geſetzt wird,

wird, um desto sicherer seine mittlere Temperatur anzugeben. Die **Grade** dieses Thermometers müssen zu den Theilen der **Barometerscale** eine bestimmte Verhältniß haben (365): so wie auch zu der Höhe der Queckſilbersäule (490 u. f.). Man muß dafür sorgen, daß diese beiden Werkzeuge während der Beobachtung gleich stark erwärmt bleiben, und die Wärme des Körpers oder der Sonne nicht in das eine mehr, als in das andere wirke (368).

9) Man muß an dem Futteral des Barometers ein **Bleyloth** haben, welches dem Winde nicht ausgesetzt, und so beschaffen seyn muß, daß man seine Schwingungen aufhalten, und es beym Hin- und Wiedertragen befestigen kann (496 u. f.).

10) In vielen Fällen ist es nothwendig, ein **Stativ** zu dem Barometer zu haben (406): ich habe das (503 u. f.) beschriebne mit Nutzen gebraucht.

11) Wenn man den Unterschied der Höhen zweener gegebnen Orte genau bestimmen will, so muß man nothwendig gleichzeitige Beobachtungen an beiden haben (748). An dem einen kann man ein gemeines Barometer gebrauchen, wenn man es nur mit dem Reisebarometer übereinstimmend macht, indem man die Scale desselben auf die gehörige Art ansetzt (394. no. 3). Auch muß es beym Feuer gefüllt, und mit einem Thermometer versehen seyn (394. no. 2).

12) In den **Reisebarometern** muß man das Queckſilber nicht zu oft bewegen, und nie unnöthige Beobachtungen damit anstellen. So werden sie ihre Uebereinstimmung mit den **feststehenden** Barometern lange Zeit behalten (403). Inzwischen ist es

auch gut, beide bisweilen mit einander zu vergleichen, um sich von ihrem Zustande zu versichern (402).

13) Man muß den kürzern Schenkel des **Reisebarometers** auf die (484) angezeigte Art von Zeit zu Zeit reinigen.

14) Den Grad der Wärme der Luft muß man für den Augenblick der Beobachtung nothwendig wissen (531): ich habe das dazu dienliche Thermometer (537) beschrieben. Es ist so eingerichtet, daß es die Temperatur eines Orts binnen 5 Minuten genau anzeigt. Man muß es so hoch und so frey als möglich hängen, damit es die Temperatur der freyen Luft in der Höhe, in welcher man beobachtet, mit gehöriger Genauigkeit anzeige.

15) Die Beobachtungen **gegen Aufgang der Sonne** lassen sich keiner bestimmten Regel unterwerfen (599): man muß also diese Zeit nicht wählen, und ihr vielmehr die Stunde vorziehen, zu welcher der fünfte Theil des Tages verflossen ist (741). Auch muß man die Beobachtungen, wenn es möglich ist, wiederholen, wenn auch nur ein kleiner Zeitraum dazwischen bleiben sollte.

16) Endlich muß man auf die Lage des Orts der Beobachtung, und auf die besondern Aenderungen Acht geben, welche die zurückgeworfene Wärme, und andere dem Orte eigne Umstände in der Dichte der Luft verursachen können.

Es bleibt mir nichts übrig, als die Regeln zu wiederholen, nach denen man aus den Beobachtungen

gen des Barometers und der beiden Thermometer auf die Höhe der Orte schließen muß. Dieß soll der Gegenstand des folgenden Capitels seyn, wo ich diese Regeln auf eine große Menge von Beobachtungen anwenden will, die ihnen zum Grunde und zur Probe dienen. Man wird daraus sehen, bis auf welchen Grad der Genauigkeit ich gekommen bin.

Fünftes Capitel.

Barometerbeobachtungen auf dem Berge Saleve.

624. Ich werde mit denjenigen Beobachtungen den Anfang machen, welche mir das meiste Licht gegeben haben. Sie sind an funfzehn Standpunkten von verschiedner Höhe auf dem Berge **Saleve** gemacht, dessen Nordseite der Stadt **Genf** gegen **Osten** liegt, daselbst eine Stunde weit von ihr entfernt ist, und sich von **Nordost** nach **Südwest** erstreckt. Die funfzehn Standpunkte liegen in gerader Linie innerhalb eines Raumes von ohngefehr zwo Stunden, ob man diesen gleich unter einer Zeit von vier Stunden schwerlich zurücklegen kann. Die eilf ersten befinden sich auf einem jähen Abhange, und die horizontale Länge des Raums, den ihre Entfernungen einnehmen, beträgt kaum eine Viertelstunde: von dem eilften aber bis zum funfzehnten, der sich auf dem höchsten Gipfel befindet, erhebt sich der Berg unmerklich, daher ich genöthiget war, zwischen diesen letztern Standpunkten größere Entfernungen anzunehmen. Ich werde die Lage eines jeden angeben, weil sie einen Einfluß auf die Beobachtungen haben kann, und ihn sogar in den drey ersten Standpunkten gewiß hat.

625. Die zugehörigen Beobachtungen in der Pläne hat mein Vater mit aller Genauigkeit, die sich verlangen läßt, gemacht. Er beobachtete während

rend

rend der Zeit, die ich auf dem Berge zubrachte, alle Viertelstunden: und ich richtete meine Beobachtungen so ein, daß eine jede davon der Zeit nach mit einer von den seinigen übereintraf. Sein Barometer war in dem untersten Stockwerke eines Wohngebäudes, welches drey Viertelstunden von meinen ersten Standpunkten entfernt war, an der Mauer festgemacht, und ist, so lange meine Beobachtungen daureten, unbeweglich an dieser Stelle geblieben. Das Thermometer, welches den Grad der Wärme der Luft anzeigte, hieng außer dem Hause, auf einer kleinen Anhöhe.

Erklärung der in den folgenden Tafeln enthaltenen Columnen.

Um alle Umstände, die meine Regel erfordert, deutlicher vor Augen zu stellen, habe ich meine Beobachtungen nach verschiednen Columnen vertheilt, welche ich hier erklären will.

626. **Erste Columne.** Diese enthält **Tag und Stunde** der Beobachtung. Ich zeige dieß an, theils um im folgenden einige Schlüsse aus Beobachtungen ziehen zu können, die an einerley Tage an verschiednen Stellen des Berges gemacht sind, theils damit man die beträchtliche Abweichung der **gegen Aufgang der Sonne**, und die fast beständige Uebereinstimmung der bey der größten Wärme des Morgens gemachten Beobachtungen wahrnehmen könne. Diese größte Wärme des Morgens fällt ohngefehr in die Zeit, zu welcher ein Fünftel des Tages verflossen ist (569). Die Beobachtungen selbst wollte ich lieber nach dem Grade der **Wärme**, als nach **Tag und Stunde** ordnen, damit man auf

einmal den beträchtlichen Einfluß der Temperatur auf die Resultate übersehen könnte.

627. Zwote Columne. Enthält den Zustand der Atmosphäre in Absicht auf die Luftbegebenheiten. Ich habe immer noch gehofft, ihren Einfluß auf die Beobachtungen bestimmen zu können: vielleicht veranlassen meine Anzeigen jemanden, mir in dieser Untersuchung behülflich zu seyn.

628. Dritte Columne. Enthält für jede Beobachtung drey Stücke: 1) die Barometerhöhe am niedrigsten Orte in Sechszehntheilen der Linie ausgedrückt. 2) Die Temperatur des Barometers, ausgedrückt in Graden eines Quecksilberthermometers, dessen Siedpunkt + 84, und dessen Eispunkt — 12 ist. Für jeden Grad unter Null muß $\frac{1}{16}$ einer Linie hinzu gesetzt, für jeden Grad darüber $\frac{1}{16}$ einer Linie abgezogen werden, weil sich die Barometerhöhe in der Pläne niemals weit von 27 Zollen entfernt hat, für welchen Punkt diese Eintheilung eingerichtet ist. Ich bezeichne die Grade unter Null mit —, und die über Null mit +. Endlich ist in dieser Columne drittens die Barometerhöhe auf dasjenige gebracht, was sie gewesen seyn würde, wenn das Thermometer am Beobachtungsorte auf 0 gestanden hätte.

629. Vierte Columne. Enthält die Barometerbeobachtungen am höchsten Orte, eben so wie die in der vorigen Columne geordnet, nur mit dem Unterschiede, daß die Grade des Thermometers so geändert sind, daß sie allezeit hinzuzusetzende oder abzu-

abzuziehende 16theile einer Linie anzeigen, wenn gleich das Barometer niedriger als 27 Zoll gestanden hat (478 u. f.).

630. **Fünfte Columne.** In dieser finden sich die **Unterschiede der Barometerhöhen, in Sechszehntheilen einer Linie ausgedrückt,** nicht als ob diese zur Rechnung nöthig wären, sondern damit man bemerken könne, 1) daß an einerley Orte und für einerley Grad der Wärme, diese Unterschiede zugleich mit der **absoluten** Barometerhöhe wachsen (548), 2) daß sie bey zunehmender Wärme merklich abnehmen.

631. **Sechste Columne. Resultat der Rechnung mit den Logarithmen.** Die Rechnung selbst ist folgende. Man nimmt den Unterschied der **Logarithmen** beider Barometerhöhen, multiplicirt ihn mit 6, um **Tausendtheile eines Schuhes** zu haben, und dividirt hierauf mit 1000. Ich habe die Barometerhöhen in **Sechszehntheilen einer Linie** angegeben, weil so die Rechnung einfacher und kürzer wird, als wenn ich sie in **Linien** und **Sechszehntheilen** ausgedrückt hätte. Die Barometerhöhen mögen nach welchem Maaß man will, in **Linien** des **englischen**, oder **pariser** oder eines andern **Schuhs** ausgedrückt seyn, so ändert sich doch ihre geometrische Verhältniß nicht. Der Unterschied ihrer Logarithmen bleibt also immer einerley, und giebt die Höhe für meine **bestimmte Temperatur in Tausendtheilen der französischen Toise** an. Diese Columne zeigt die Wirkung der verschiednen **Wärme** noch deutlicher, als die vorige: man sieht auch, daß die Rechnung für einerley Unterschied der Barometerhöhen nicht immer einerley

Resultat

Resultat giebt, sondern daß dasselbe kleiner wird, wenn die absolute Barometerhöhe zunimmt, und umgekehrt.

632. Siebente Columne. **Wärme der Luft an beiden Standpunkten**, nach einem Queckſilberthermometer, an dem der Siedpunkt + 147, der Eispunkt — 39 iſt. Oben ſteht der Thermometerſtand am höchſten, unten der am niedrigſten Orte. Ich zeige dieſe Beobachtungen an, damit man ſehe, daß ſich unter den Temperaturen der Luftſchichten in verſchiednen Höhen keine beſtimmte Verhältniß finde, ein Satz, den wir in der Folge brauchen werden.

633. Achte Columne. **Summen beider Beobachtungen des freyſtehenden Thermometers.** Das arithmetiſche Mittel der Temperaturen an beiden Standpunkten iſt eigentlich ihre halbe Summe. Da man aber daſſelbe nachher wegen der Eintheilung dieſes Thermometers, und der Berichtigung wegen der Wärme (609) mit 2 multipliciren muß, ſo gebrauche ich ſogleich die ganzen Summen. Die Zahlen dieſer Columne alſo ſind halbe Grade des Thermometers: wenn ſie das Zeichen — haben, ſo müſſen eben ſo viel 1000theile der durch die Logarithmen gefundenen Höhe von dieſer Höhe abgezogen, haben ſie aber das Zeichen +, hinzugeſetzt werden, um die wirkliche Höhe zu erhalten.

634. Neunte Columne. **Berichtigte Höhe**, (in Schuhen) wie ſie meine Regel für jede Beobachtung angiebt. Man kann dieſe Reſultate mit der für jeden Standpunkt angegebnen wirklichen Höhe vergleichen.

Reſultate

Ich habe bey den Höhen die Theile der Schuhe, und bey den Graden des am Barometer befindlichen Thermometers die Brüche der Grade weggelassen, weil sie die Tafeln unbequem und die Rechnung weit schwerer würden gemacht haben.

Diese Beobachtungen, die mir zuerst zu Wegweisern gedient haben, kann man nun als Proben alles desjenigen ansehen, was ich in den vorhergehenden Capiteln vorgetragen habe. Vielleicht kann die Ordnung, in der ich sie mittheile, auf irgend eine allgemeine Regel führen, welche die noch übrigen Ungleichheiten noch mehr vermindert: denn bey einer so großen Menge von Gegenständen kann man sich schwerlich mit der Hoffnung schmeichlen, alle Umstände wahrgenommen zu haben.

Beobachtungen kurz vor Aufgang der Sonne.

Erster Standpunkt. Höhe 216 Schuh, 2 Zoll.

1760 9 Febr. 8½ Uhr M.	still und hell	5222 − 11 5233	5171 − 15 5186	47	235	−45 −47 } − 92	213
9 Merz 6 Uhr M	still und hell	5202 − 9 5211	5150 − 14 5164	47	236	−39 −43½ } − 82½	216
1759 8 Sept. 6 Uhr M.	still und hell	5215 + 4 5211	5167 + 2 5165	46	231	−13 −15 } − 28	224

Zwey-

Zweyter Standpunkt. 428 Schuh, 10 Zoll.

1760			5202	5106				
9 Merz	still und hell		− 9	− 13			− 39½ } − 83	425
6⅛ Uhr M.			5211	5119	92	464	− 43½ }	
1759			5 2 5	5127				
8 Sept	still und hell		+ 4	+ 3			− 11½ } − 29	426
5¾ Uhr M.			5211	5 24	87	438	− 17½ }	
1758			5213	5125				
9 Jun.	still und hell		+ 6	+ 5			− 4 } − 17	431
4⅛ Uhr M.			5207	5120	87	439	− 13 }	

Dritter Standpunkt. 586 Schuh.

1760		5202	5075				
9 Mer;	still und hell	— 9	— 12			— 38	
6½ Uhr M.						— 44 — 82	576
		5211	5087	124	628		
1759		5214	5094				
8 Sept.	Westwind	+ 4	+ 3			— 9	
5½ Uhr M.	und hell					— 17 — 26	586
		5210	5091	119	602		
1758		5213	5094				
9 Jun.	still und hell	+ 5	+ 4			— 5	
4 Uhr M.						— 13 — 18	586
		5208	5090	118	597		

Diese

Diese Beobachtungen machen Ausnahmen von den vorhergehenden Bemerkungen. Sie geben die Höhen ziemlich genau, ob sie gleich an Orten gemacht sind, wo dieselben aus eigenen von der Lage herrührenden Ursachen **zu groß** sollten gefunden werden (621). Von der andern Seite sind sie kurz **vor Sonnenaufgang** gemacht, zu einer Zeit, da die Beobachtungen in allen andern Standpunkten die **Höhen zu klein** geben (599). Aber eben darum können beide Ursachen einander aufgehoben haben, ob ich gleich vielmehr glaube, die Genauigkeit der Resultate rühre daher, daß sich auf der einen Seite der Felsen die Nacht über abgekühlet hat, auf der andern aber die Standpunkte dem **Ostwinde** nicht ausgesetzt sind, und also keine von beiden Ursachen hat wirken können.

Erster Standpunkt. 216 Schuh, 2 Zoll Höhe.

Dieser und beide folgende Standpunkte liegen an der Westseite des Berges auf einem Abhange, über welchem sich ein dürrer, sehr hoher und steil abgeschnittener Felsen erhebt. Die Wärme, die dieser Felsen der umliegenden Luft mittheilt, macht, daß die Barometerbeobachtungen in diesen drey ersten Standpunkten die **Höhe** etwas zu groß geben (621).

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Tag.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
1760. 25 Merz 5 Uhr Ab.	S. Regen	5154	5101	50	253	30	63	237
		—6	—9			33		
20 Merz 5 Uhr Ab.	still. Dünste	5160	5110	50	253	23	44	242
		5164	5116			21		
		—7	—5					
3 Apr. 5 Uhr Ab.	schwach N. O. hell	5171	5121	50	251	16	30	243
		5202	5156			14		
		—5	—1					
12 Merz 4½ Uhr Ab.	schw. S. trüb	5207	5157	46	233	13	24½	227
		5165	5124			11½		
		—4	+1					
		5169	5123					

8 Apr. 5¼ Uhr Ab.	mittelm. M. wolkigt	5207 −1	5208	5208 +4	5204	5161 +5	5156	5182 +3	5179	5185 +8	5177	
7 Aug. 7¾ Uhr M.	ges. hell											
22 Jun. 8¼ Uhr M.	still und trüb											
12 Apr. 4½ Uhr Ab.	klar. D hell											
20 Jul. 6¾ Uhr M.	still und hell											

8 Apr. 5¼ Uhr Ab.	mittelm. M. wolkigt	5164 +4	5160	5162 +3	5159	5120 +8	5112	5141 +8	5133	5138 +7	5131	
7 Aug. 7¾ Uhr M.	ges. hell											
22 Jun. 8¼ Uhr M.	still und trüb											
12 Apr. 4½ Uhr Ab.	klar. D hell											
20 Jul. 6¾ Uhr M.	still und hell											

8 Apr. 5¼ Uhr Ab.	mittelm. M. wolkigt	48	241	45	226	44	223	46	232	46	232	
7 Aug. 7¾ Uhr M.	ges. hell											
22 Jun. 8¼ Uhr M.	still und trüb											
12 Apr. 4½ Uhr Ab.	klar. D hell											
20 Jul. 6¾ Uhr M.	still und hell											

8 Apr. 5¼ Uhr Ab.	mittelm. M. wolkigt	238		223		223		233		234		2100
7 Aug. 7¾ Uhr M.	ges. hell											
22 Jun. 8¼ Uhr M.	still und trüb											
12 Apr. 4½ Uhr Ab.	klar. D hell											
20 Jul. 6¾ Uhr M.	still und hell											

Summe von 9 Beobachtungen

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
					Vorhergehende 9 Beobachtungen			2100
1760. 20 Jul. 5 Uhr Ab.	S. Regen	5'175 + 12 = 5'163	5'133 + 12 = 5'121	42	213	+ 7 / + 9½	+ 16½	216
7 Aug. 5½ Uhr Ab	W. hell	5192 + 8 = 5184	5154 + 14 = 5140	44	222	+ 14½ / + 10½	+ 25	227
1759. 14 Jul. 5 Uhr Ab.	still und hell	5198 + 12 = 5186	5162 + 19 = 5143	43	217	+ 20½ / + 22½	+ 43	226
					Summe von 12 Beobachtungen			2769
					Mittlere Höhe			230¾.

Zweyter Standpunkt. 428 Schuh, 10 Zoll.
Einerley Lage, wie der vorhergehende.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5224	5129					
1760. 9 Febr.		— 12	— 14	93	467	— 42	— 85	427
9 Uhr M.	still. hell	5236	5143			— 43		
		5154	5059					
25 Merz	mittelm.S.	— 6	— 9	92	468	— 33	— 63	439
5 Uhr A.	Regen	5160	5068			— 30		
		5164	5074					
20 Merz		— 7	— 5	92	468	— 23	— 44	447
$4\frac{3}{4}$ Uhr A.	still Dünste	5171	5079			— 21		
		5165	5082					
12 Merz	schwach S.	— 4	0	87	442	— 14	— 26	430
4 Uhr A.	Dünste	5169	5082			— 12		

Summe von 4 Beobachtungen 1743

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
Vorhergehende 4 Beobachtungen								1743
1758. 1 Octobr. 3¾ Uhr A.	W. hell.	5222 0 5222 5207	5139 + 4 5135 5122	87	437	— 10 — 7	— 17	430
1760. 8 April 5¼ Uhr A.	mittelm. N. wolkigt	— 1 5208 5208	+ 3 5119 5121	89	449	— 7 — 6	— 13	443
7 August 8¼ Uhr M.	W. hell	+ 4 5204 5182	+ 3 5118 5098	86	434	— 5½ + ½	— 5	432
12 April 4¼ Uhr A.	mittelm. N. O. helle	+ 3 5179	+ 7 5091	88	446	+ ½ + 3	+ 3½	448

20 Jul. 7 Uhr M.	still und hell	5186 / +8 / 5178	5099 / +6 / 5093	85	431	+ 1½ / + 4½ }	+ 6	433
22 Jun. 8½ Uhr M.	still u. trüb	5160 / +5 / 5155	5078 / +8 / 5070	85	433	+ 3 / + 4 }	+ 7	436
20 Jul. 4¾ Uhr A.	S. Regen	5175 / +12 / 5163	5092 / +12 / 5080	83	422	+ 8 / + 10 }	+ 18	430
7 August 5¼ Uhr A	W. hell	5192 / +8 / 5184	5115 / +14 / 5101	83	420	+ 15¾ / + 10¼ }	+ 26	431
1759. 14 Jul. 6 Uhr A.	still und hell	5194 / +11 / 5183	5118 / +17 / 5101	82	415	+ 18 / + 20 }	+ 38	431

Summe von 13 Beobachtungen 5657

Mittlere Höhe 435 2/3.

Dritter Standpunkt. 586 Schuh.
Einerley Lage, wie die vorhergehenden.

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
1760. 9 Febr. $9\frac{1}{4}$ Uhr M.	still und hell	5224 — 12 5236	5098 — 13 5111	125	630	— 41 — 46	— 87	575
25 Merz $4\frac{3}{4}$ Uhr A	Mittelm. S. Regen	5152 — 6 5158	5025 — 9 5034	124	634	— 34 — 29	— 63	594
20 Merz $4\frac{1}{2}$ Uhr A.	still Dünste	5164 — 7 5171	5040 — 7 5047	124	632	— $23\frac{1}{2}$ — $20\frac{1}{2}$	— 44	604
12 Merz 4 Uhr A.	schwacher S. Dünste	5165 — 5 5170	5050 0 5050	120	612	— 14 — 12	— 26	596

1758. 1 Octbr. 3½ Uhr N.	still und hell	5222 / 0 / 5222	5108 / + 4 / 5104	118	596	− 8¾ − 7¼	− 16	586
1760. 8 Apr. 4 Uhr N	mittelm. N. hell	5207 / − 1 / 5208	5091 / + 3 / 5088	120	607	− 7¾ − 4¼	− 12	600
7 August 8½ Uhr M.	W. hell	5209 / + 5 / 5204	5090 / + 4 / 5086	118	597	− 8 + 2	− 6	594
12 Apr. 4 Uhr N.	starker N.O. hell	5182 / + 3 / 5179	5068 / + 7 / 5061	118	600	− 2 + 4	+ 2	601
22 Jun. 8¾ Uhr M.	still u. trüb	5160 / + 5 / 5155	5048 / + 8 / 5040	115	588	− 2 + 4	+ 2	589
					Summe von 9 Beobachtungen			5339

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
					Vorhergehende 9 Beobachtungen			5339
1760. 20 Jul. 7½ Uhr M.	still und hell	5187 + 8 = 5179	5072 + 7 = 5065	114	580	− 2 + 8	+ 6	584
		5175	5062					
Abend. 5 Uhr A.	S. Regen Gewitt.	+ 12 = 5163	+ 12 = 5050	113	577	+ 8½ + 9½	+ 18	586
		5197	5090					
1759. 14 Jul. 6¼ Uhr A.	still und hell	+ 11 = 5186	+ 18 = 5072	114	579	+ 17 + 11	+ 28	595
		5192	5003					
1760. 7 Aug. 5 Uhr A	W. hell	+ 9 = 5183	+ 13 = 5090	113	574	+ 18 + 11	+ 29	591
					Summe von 13 Beobachtungen			7695
					Mittlere Höhe			591 11/13.

Vierter Standpunkt. 728 Schuh, 8 Zoll.

Am Eingange einer Schlucht, welche der Breite nach durch den Berg geht, von Osten gegen Westen. Diese Schlucht ist gegen Westen, wo der Standpunkt ist, enger, und eröffnet sich weiter gegen Osten.

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5224	5070					
1760. 9 Febr.	still und hell	— 12	— 12	154	778	— 39	— 69	724
9½ Uhr M.		5236	5082			— 30		
		5271	5114					
12 Febr.	still und hell	— 11	— 12	156	781	— 37	— 67	728
9¼ Uhr M.		5282	5126			— 30		
		5152	4996					
25 Merz	schwach S.	— 6	— 9	153	784	— 33	— 62	736
4⅛ Uhr A.	Schnee	5158	5405			— 29		
						Summe von 3 Beobachtungen		2188

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u unt Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
			Vorhergehende 3 Beobachtungen					2188
1760. 20 Merz $4\frac{3}{8}$ Uhr A.	still Dünste	5164 — 7 5171	5011 — 9 5020	151	772	— 26 — 20	— 46	736
12 Merz $3\frac{3}{4}$ Uhr A.	schwach S. Dünste	5165 — 5 5170	5023 0 5023	147	751	— 15 — 12	— 27	731
1758. 1 Octobr. $3\frac{1}{4}$ Uhr A.	still hell	5223 0 5223	5075 — 1 5076	147	744	— $13\frac{1}{4}$ — $7\frac{1}{4}$	— $20\frac{1}{2}$	728
1755. 28 Sept. $11\frac{1}{2}$ Uhr A.	still Dünste	5161 — 1 5162	5017 + 2 5015	147	752	— 10 — 10	— 20	737

1756.	9 May $3\frac{1}{2}$ Uhr A.	S. W. wolkigt	5132 +6 5126 5207	4988 +9 4979 5061	147	758	— 9 — 11	— 20	743
1760.	8 Apr. $4\frac{3}{4}$ Uhr A.	mittelm. N. wolkigt	0 5207 5214	+2 5059 5070	148	751	— 10 — $4\frac{1}{2}$	— $14\frac{1}{2}$	740
1759.	7 Sept. 7 Uhr A.	W. hell	+4 5210 5204	+5 5065 5061	145	735	— 6 — 3	— 9	728
1756.	30 Aug. 7 Uhr M.	N. O wolkigt	+1 5203 5207	+3 5058 5063	145	736	— 1 — 2	— 3	734
1758.	8 Jun. $8\frac{1}{2}$ Uhr A.	still und hell	+4 5203	+4 5059	144	732	— 1 — 2	— 3	729
								Summe von 12 Beobachtungen	8794

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
						Vorhergehende 12 Beobachtungen		8794
1760. 7 Aug. $8\frac{3}{4}$ Uhr M.	still und hell	5207 / + 4 / 5203	5063 / + 4 / 5059	144	731	$-\ 4\frac{1}{4}$ / $+\ 1\frac{1}{4}$	− 3	728
1758. 8 Jun. $8\frac{1}{4}$ Uhr M.	still und hell	5206 / + 8 / 5198	5062 / + 7 / 5055	143	727	$+\ 0$ / $+\ 1$	+ 1	728
1760. 12 Apr. $3\frac{3}{4}$ Uhr A.	schwacher N. O. hell	5181 / + 3 / 5178	5041 / + 6 / 5035	143	738	$-\ 2\frac{1}{4}$ / $+\ 4\frac{1}{2}$	$+\ 2\frac{1}{4}$	731
22 Jun. 9 Uhr M.	still u. trüb	5160 / + 5 / 5155	5019 / + 8 / 5011	144	738	$-\ 2$ / $+\ 5$	+ 3	740

	Ebend. 5 Uhr A.	still. Gewitt.	5138 + 8 = 5130	4996 + 8 = 4998	142	731	− 1, + 4	+ 3	733
1759.	14 Jul. 7¼ Uhr A.	still hell	5196 + 12 = 5184	5055 + 12 = 5043	141	719	+ 5, + 7	+12	727
1760.	20 Jul. 7¾ Uhr M.	still hell	5186 + 8 = 5178	5044 + 7 = 5037	141	719	+ 7, +10	+ 17	731
	Ebend. 4½ Uhr A.	starker W. Gewitter	5175 + 12 = 5163	5035 + 13 = 5022	141	721	+ 8, +10	+ 18	734
	7 Aug. 4¾ Uhr A.	W. hell	5193 + 9 = 5184	5056 + 12 = 5044	140	713	+ 9, + 12	+ 21	728
						Summe von 21 Beobachtungen			15374
						Mittlere Höhe			732 1/7.

Beobachtungen kurz vor Aufgang der Sonne.

1760. 9 Merz $6\frac{1}{2}$ Uhr M.	still hell	5202 — 9 5211 5214	5046 — 12 5058 5065	153	776	— $38\frac{1}{2}$ — 44	— $82\frac{1}{2}$	712
1759. 8 Sept. $5\frac{1}{4}$ Uhr M.	W. hell	+ 4 5210 5214	+ 2 5063 5066	147	746	— 12 — 17	— 29	724
1758. 9 Jun. $3\frac{3}{4}$ Uhr M.	still hell	+ 6 5208	+ 3 5063	145	736	— 5 — 13	— 18	722

Fünfter Standpunkt. 917 Schuh.
Im Thale am Fuße des Hügels, welcher es gegen Süden begrenzt.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5224	5032					
1760. 9 Febr.		— 11	— 10			— $33\frac{3}{4}$		
10 Uhr M.	still und hell			193	979	— $29\frac{3}{4}$	— $63\frac{1}{2}$	917
		5235	5042					
		5152	4957					
25 Merz	mittelm.	— 6	— 9			— 34		
$4\frac{1}{2}$ Uhr A	S. Schnee			192	989	— 28	— 62	927
		5158	4966					
		5270	5076					
12 Febr.	still hell	— 11	— 11			— 31		
$9\frac{3}{4}$ Uhr M.				194	975	— 30	— 61	916
		5281	5087					
		5149	4959					
1756. 19 April	mittelm.	— 5	— 7			— 34		
$6\frac{3}{4}$ Uhr A.	N. O. helle			188	968	— 19	— 53	917
		5154	4966					
						Summe von 4 Beobachtungen		3677

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Ober. u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
					Vorhergehende 4 Beobachtungen			13677
1760. 20 Merz 4¼ Uhr M.	still und hell	5167 — 7	4975 — 10	189	970	— 34 — 19	— 53	918
3 April 5 Uhr M.	schwacher S. O. hell	5174 5200 — 4	4985 5011 — 5	188	958	— 22 — 14	— 36	924
1758. 1 October. 1 Uhr M.	still neblich	5204 5230 — 1	5016 5044 0	187	948	— 18½ — 11½	— 30	920
1755. 28 Sept. 10¾ Uhr M.	still Dünste	5231 5166 + 1	5044 4985 + 5	185	950	— 11 — 14	— 25	926
		5165	4980					

1760.	12 Merz $3\frac{1}{2}$ Uhr A.	schwach S. trüb	5165 / −5 / 5170	4987 / 0 / 4987	183	939	−17 / −9	−26	915
1756.	19 Apr. 4 Uhr A.	mittelm. N. O. hell	5153 / −2 / 5155	4973 / +1 / 4972	183	942	−10 / −8	−18	925
1760.	8 Apr. $4\frac{3}{4}$ Uhr A.	mittelm. N. hell	5207 / 0 / 5207	5023 / 0 / 5023	184	937	$-12\frac{1}{2}$ / $-4\frac{1}{2}$	−17	921
	12 Apr. $10\frac{1}{4}$ Uhr M.	mittelm. N. O. hell	5191 / +1 / 5190	5012 / +4 / 5008	182	930	−9 / −2	−11	920
1755.	14 Jul. 2 Uhr A.	still und hell	5194 / +5 / 5189	5014 / +6 / 5008	181	925	−4 / −2	−6	919
							Summe von 13 Beobachtungen		11965

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Mittel aus beyden	Höhe nach der Regel	Summen der Diff.	Resultat durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		Vorhergehende 13 Beobachtungen			1165	179	920			919
1760. 22 Jun. 9¼ Uhr M.	still u. trüb	5161 +5	4984 +7	5156				4 3	— 1	
1759. 7 Sept. 6½ Uhr Ab.	still und hell	5217 +8	5035 +6	5209		180	916	1½ 1½	— 1	916
1760. 12 Apr. 8¾ Uhr Ab.	mittelm. W. D. hell	5181 +2	5004 +5	5179		180	921	4 4	0	921
22 Jun. 11½ Uhr M.	schw. S. trüb	5159 +6	4981 +7	5153		179	921	4 4	0	921

1758.	8 Jun. 8 Uhr A.	still hell	5207 + 4 = 5203	5029 + 8 = 5021	178	908	+ 2, + 1	+ 3	911
1760.	22 Jun. 5 Uhr A.	schwach S. Gewitter	5138 + 8 = 5130	4960 + 8 = 4952	178	920	− 1, + 6	+ 5	925
	7 Aug. 9 Uhr M.	W. hell	5207 + 4 = 5203	5031 + 7 = 5024	179	912	− 1, + 6	+ 5	917
1756.	29 Aug. 6 Uhr A.	mittelm. N. O. wolkigt	5196 + 5 = 5191	5023 + 11 = 5012	179	914	+ 4, + 4	+ 8	922
1760.	7 Aug. 4¼ Uhr A.	W. hell	5194 + 8 = 5186	5019 + 9 = 5010	176	899	+ 7, + 14	+ 21	918
			Summe von 22 Beobachtungen						20235

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
			Vorhergehende 22 Beobachtungen					20235
1760. 20 Jul. 8½ Uhr A.	still und hell	5185 + 9 5176	5010 + 10 5000	176	901	+ 9 + 13	+ 22	921
Abend. 4½ Uhr A.	W. Donner Regen	5175 + 12 5163	5001 + 13 4988	175	898	+ 9½ + 13½	+ 23	919
			Summe von 24 Beobachtungen					20235
			Mittlere Höhe					919 12/24.

Beobachtungen eines Vor-Durchgang der Sonne.

| | | |

Sechster Standpunkt. 1218 Schuh, 8 Zoll.

Am Abhange des Thales auf der mittäglichen Seite des Berges. Ein freyer Ort gegen Westen.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter Barom.	Ober Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5125	4973					
1760. 9 Febr.		— 12	— 9	255	1301	— 34	— 63½	1218
10¼ Uhr M.	still. hell					— 29½		
		5237	4982					
		5150	4894					
25 Merz	schwach S.	— 6	— 9	253	1311	— 34	— 61	1231
4 Uhr A.	Schnee					— 27		
		5156	4903					
		5271	5016					
12 Febr.		— 10	— 9	256	1295	— 32½	— 59½	1218
10 Uhr M.	still hell					— 27		
		5281	5025					
		5150	4900					
1756. 19 Apr.	N. O. hell	— 6	— 8	248	1284	— 31	— 52	1218
6 Uhr M.						— 21		
		5156	4908					

1760.	20 Merz 4 Uhr Ab.	schwach N. O. Dünste	5168	4915	251	1295	— $3\frac{3}{4}$	— 52	1228
			— 7	— 9			— $20\frac{1}{4}$		
			5175	4924					
	3 Apr. $4\frac{3}{4}$ Uhr A.	schwach N. O. hell	5200	4951	248	1272	— 21	— 35	1227
			— 5	— 6			— 14		
			5205	4957					
1758.	1 Octobr. $0\frac{1}{2}$ Uhr A.	still. Nebel	5232	4988	246	1254	— 18	— 30	1217
			— 1	+ 1			— 12		
			5233	4987					
1760.	8 Apr. $4\frac{1}{2}$ Uhr Ab.	mittelm. N. wolkigt	5207	4963	245	1255	— 15	— 20	1230
			— 1	0			— 5		
			5208	4963					
1756.	19. Apr. $2\frac{3}{4}$ Uhr A.	N. O. hell	5154	4926	241	1247	— 14	— 19	1224
			— 2	+ 11			— 5		
			5156	4915					

Summe von 9 Beobachtungen 11011

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Ober. u. unt. Therm.	Summe	Höhe nach der Regel
						Vorhergehende 9	Beobachtungen	11011
1755. 28 Sept. 9¾ Uhr M.	still Dünste	5165	4927	241	1245	13 5	18	1223
		+1	+4			— —		
1760. 12 Uhr. 10 Uhr M.	stark N. O. hell	5164	4923	241	1238	13 3	16	1218
		5192	4954			— —		
		0	+3					
1769. 15 Jul. 5½ Uhr M.	schwach O. hell	5192	4951	239	1228	$5\frac{1}{2}$ $2\frac{1}{2}$	8	1218
		5197	4957			— —		
		+7	+6					
7 Sept. 6¼ Uhr A.	still hell	5190	4951	238	1219	$2\frac{1}{2}$ 2	$\frac{3}{2}$	1218
		5217	4977			— —		
		+8	+6			+		
		5209	4971			—		

1760. 22 Jun. 11¾ Uhr M.	schwach S. trüb	5159 + 7 5152	4922 + 6 4916	236	1212	− 5 + 6	+ 1	1223
Ebend. 5 Uhr A.	schwach S. trüb	5138 + 8 5130	4902 + 7 4895	235	1222	− 2½ + 5½	+ 3	1225
1756. 9 May 2¼ Uhr A.	S. W. wolkigt	5135 + 7 5128	4903 + 9 4894	234	1217	− 1 + 5½	+ 4½	1222
29 August 3¼ Uhr A.	N. O. wolk.	5200 + 4 5196	4969 + 9 4960	236	1211	− ½ + 5½	+ 5	1217
1760. 7 Aug. 9½ Uhr M.	W. hell	5207 + 5 5202	4974 + 8 4966	236	1210	+ 2 + 3	+ 5	1216
			Summe von 18 Beobachtungen					21991

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
					Vorhergehende 18 Beobachtungen			21991
1758. 8 Jun. $7\frac{1}{2}$ Uhr A	still hell	5106 + 8 = 5198	4970 + 7 = 4963	235	1205	$+3\frac{1}{2}$ $+7\frac{1}{2}$	+11	1218
Ebend. $7\frac{1}{4}$ Uhr Ab.	still und hell	5206 + 8 = 5198	4971 + 8 = 4963	235	1205	$-4\frac{1}{2}$ -11	$+15\frac{1}{2}$	1224
Ebend. 7 Uhr Ab.	still und hell	5206 + 8 = 5198	4971 + 8 = 4963	235	1205	$+5$ $+13$	+18	1227
Ebend. 2 Uhr A.	still und hell	5209 + 8 = 5201	4977 + 9 = 4968	233	1194	$+6$ $+15\frac{1}{2}$	$+21\frac{1}{2}$	1220

1760.	20 Jul. 8¼ Uhr M.	W. hell	5185 + 8 = 5177	4956 + 11 = 4945	232	1194	+ 9 + 18½	+ 22½	1221
1758.	8 Jun. 6¼ Uhr A.	still und hell	5205 + 9 = 5196	4973 + 9 = 4964	232	1190	+ 7½ + 17½	+ 25	1220
1760.	7 Aug. 4¼ Uhr A.	W. hell	5195 + 8 = 5187	4964 + 8 = 4956	231	1187	+ 10 + 16	+ 26	1218
1758.	8 Jun. 6 Uhr A.	still und hell	5204 + 9 = 5195	4973 + 9 = 4964	231	1185	+ 8½ + 20	+ 28½	1219
1760.	20 Jul. 4 Uhr A.	mittelm. W. Donner	5176 + 12 = 5164	4946 + 11 = 4935	229	1182	+ 9 + 19½	+ 28½	1216

Summe von 27 Beobachtungen 32974

Mittlere Höhe $1221\frac{7}{27}$.

Siebenter Standpunkt. 1420 Schuh.

Auf dem Abhange des Berges, an der Seite, die sich auf das Thal zukehrt. Die Lage ist gegen Nordosten, und dieser Standpunkt ist fast in einerley Höhe mit dem entgegenstehenden Hügel.

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
1760. 9 Merz $7\frac{1}{2}$ Uhr M.	still und hell	5202 — 9 5211	4906 — 10 4916	295	1519	— 38 — 35	— 73	1408
9 Febr. $10\frac{1}{2}$ Uhr M.	still und hell	5226 — 11 5237	4935 — 7 4942	295	1511	— 33 — $29\frac{1}{2}$	— $62\frac{1}{2}$	1416
25 Merz $4\frac{1}{4}$ Uhr A.	mittelm. S. Schnee	5150 — 7 5157	4856 — 9 4865	292	1519	— 35 — 27	— 62	1425

	12 Febr. 10¼ Uhr M.	still und hell	5271 − 10 = 5281	4976 − 8 = 4984	297	1508	− 30, − 27	− 57	1422
	20 Merz 4 Uhr A.	schwach N. O. hell	5168 − 8 = 5176	4877 − 8 = 4885	291	1508	− 34, − 21	− 55	1425
	3 Apr. 4¾ Uhr A.	schwach N. O. hell	5200 − 5 = 5205	4911 − 7 = 4918	287	1478	− 27, − 14	− 41	1417
1758.	1 Octbr. ¼ Uhr A.	still Nebel	5234 − 1 = 5235	4951 + 1 = 4950	285	1459	− 17, − 12	− 29	1416
1756.	19 Apr. 2¼ Uhr A.	N. O. hell	5170 − 3 = 5173	4896 + 5 = 4891	282	1460	− 10, − 19	− 29	1418
								Summe von 8 Beobachtungen	11347

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Obere u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
	Vorhergehende 8 Beobachtungen							1347
1760. 8 Apr. 4¼ Uhr M.	Mittelm. M. Schnee	5207 0	4924 — 1	282	1451	— 17 — 4½	—	1420
		5207	4925					
1755. 28 Sept. 9 Uhr M.	Still Dünste	5165 0	4890 + 4	279	1447	— 15 — 6½	—	1416
		5165	4886					
1760. 12 Apr. 9¾ Uhr M.	Markerm. D. hell	5192 0	4915 + 2	279	1439	— 14 — 3	—	1415
		5192	4913					
1756. 29 Aug. 4 Uhr M.	schwach M. D. hell	5204 + 3	4927 + 3	277	1426	— 9 + 3	—	1418
		5201	4924					

1759. 15 Jul. $6\frac{1}{4}$ Uhr M	still hell	5198 + 7 5191	4922 + 8 4914	277	1429	− 2 − 2 } − 4	1423
7 Sept. $6\frac{1}{4}$ Uhr A.	still hell	5217 + 8 5209	4940 + 5 4935	274	1408	− $4\frac{1}{2}$ + $4\frac{1}{2}$ } 0	1408
1760. 22 Jun. Mittags.	schwach S. trüb	5159 + 7 5152	4885 + 7 4878	274	1424	− $5\frac{1}{2}$ + $6\frac{1}{2}$ } + 1	1425
1756. 1 Aug. 7 Uhr M.	S. trüb	5163 + 4 5159	4891 + 5 4886	273	1417	0 + 1 } + 1	1418
1760. 22 Jun. $4\frac{3}{4}$ Uhr A.	schwach S. trüb	5138 + 8 5130	4866 + 7 4859	271	1413	− 3 + 7 } + 4	1420
		Summe von 17 Beobachtungen					24110

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
			Vorhergehende 17 Beobachtungen					24110
1760. 7 Aug. $9\frac{3}{4}$ Uhr M.	W. wolkigt	5207 + 5 5202	4938 + 9 4929	273	1405	+ $3\frac{1}{2}$ + $6\frac{1}{2}$	+ 10	1419
1758. 8 Jun. $0\frac{1}{2}$ Uhr Ab.	still und hell	5208 + 7 5201	4941 + 10 4931	270	1389	+ $7\frac{1}{2}$ + 15	+ $22\frac{1}{2}$	1420
1760. 7 Aug. $3\frac{3}{4}$ Uhr Ab.	W. hell	5197 + 8 5189	4928 + 8 4920	269	1387	+ 6 + $7\frac{1}{2}$	+ $13\frac{1}{2}$	1420
20 Jul. $8\frac{3}{4}$ Uhr A.	W. hell	5184 + 9 5175	4920 + 13 4907	268	1386	+ 10 + 15	+ 35	1420

1758.	8 Jun.	still und hell	5204	+8	5196	269	1385	+26½	1412	4931	+7	4938	1418 17/23.
	5½ Uhr M.							+21½					
1760.	20 Jul.	M. trüb Donner	5176	+12	5164	266	1378	+30½	1420	4909	+11	4898	
	3¾ Uhr M.							+22¾					

Summe von 23 Beobachtungen

Mittlere Höhe

Schweiz. Zoll

Engl.

Schuh engl. Maaß.

Toisen

Fuß und Linien

Anmerkung. 1 Toise = 6 Fuß, 1 Fuß = 12 Zoll.

Achter Standpunkt. 1800 Schuh, 6 Zoll.

Einerley Lage, wie der vorhergehende.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5202	4832					
1760. 9 Merz 8 Uhr M.	still hell	— 9	— 10	396	1914	— 38 — 32½	— 70½	1779
		5211	4842					
		5150	4781			— 35½		
25 Merz 4 Uhr Ab.	mittelm S. Schnee	— 7	— 9	367	1923	— 25	— 60½	1807
		5157	4790					
		5225	4856			— 33		
9 Febr. 11 Uhr M.	still und hell	— 10	— 8	371	1915	— 27	— 60	1800
		5235	4864					
		5270	4901			— 26½		
22 Febr. 11 Uhr M.	still und hell	— 10	— 7	372	1903	— 24½	— 51	1806
		5280	4908					

	3 Apr. 4$\frac{1}{2}$ Uhr A.	schwacher N. O. hell	5200 — 5 5205	4837 — 6 4843	362	1878	— 27$\frac{1}{4}$ — 12$\frac{3}{4}$	— 40	1803
1758.	1 Octobr. Mittags.	still. Nebel	5234 — 1 5235	4878 + 1 4877	358	1846	— 20$\frac{3}{4}$ — 13$\frac{1}{4}$	— 34	1783
1760.	8 Apr. 4$\frac{1}{4}$ Uhr A.	mittelm. N. wolkigt	5207 — 1 5208	4852 — 1 4853	355	1840	— 17$\frac{1}{2}$ — 4$\frac{1}{2}$	— 22	1800
	12 Apr. 9$\frac{3}{4}$ Uhr M.	mittelm. N. O. hell	5192 0 5192	4840 + 1 4840	352	1829	— 13 — 3	— 16	1800
1759.	15 Jul. 6$\frac{3}{4}$ Uhr M.	schwacher N. O. hell	5198 + 8 5190	4850 + 8 4842	348	1808	— 1$\frac{1}{2}$ + $\frac{1}{2}$	— 1	1806
						Summe von 9 Beobachtungen			16184

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Resultat durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
			Vorhergehende 9 Beobachtungen					16184
1759. 7 Sept. $5\frac{3}{4}$ Uhr A.	still und hell	5218	4870			$-5\frac{3}{4}$		
		+9	+5	344	1780	$+5\frac{3}{4}$	0	1780
		5209	4865					
1760. 22 Jun. $0\frac{1}{2}$ Uhr A.	schwacher S. trüb	5159	4814					
		+7	+7	345	1806	−5		
		5152	4807			+5	0	1806
Abend. $4\frac{1}{2}$ Uhr A.	schwacher S. trüb	5142	4799					
		+8	+6	341	1791	$-3\frac{1}{2}$		
		5134	4793			+10	+$6\frac{1}{2}$	1802
7 August $10\frac{1}{2}$ Uhr M.	W. hell	5207	4866					
		+5	+9	345	1788	$-\frac{1}{2}$		
		5202	4957			$+7\frac{1}{2}$	+7	1800

1758.	8 Jun. Mittags.	ſtill. hell	5208	4867	341	1787	+ 6 1/2 + 13 1/3	+ 20	30574	1798 8/17.	
1760.	7 Aug. 3¼ Uhr M.	W. hell	5201	4860	339	1760	+ 5 1/2 + 16 1/2	+ 22			
	20 Jul. 9¾ Uhr M.	W. hell	5197	4858	337	1754	+ 8 1/2 + 17 1/2	+ 26			
	Abend. 3¾ Uhr M.	mittelm. W. Donner	5184	4851	335	1748	+ 7 1/2 + 22	+ 29 1/2			
			5175	4838							
			5175	4838							
			5163	4828							

Neunter Standpunkt. 1968 Schuh, 3 Zoll.
Einerley Lage, wie der vorhergehende.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5202	4795					
1760. 9 Merz		— 9	— 10	404	2103	— 38	— 70	1956
8½ Uhr M.	still und hell	5211	4807			— 32		
		5150	4749			— 36½		
25 Merz	mittelm.	— 7	— 9	399	2098	— 27	— 63½	1965
4 Uhr A.	S. Schnee	5157	4758					
		5224	4823			— 30¾		
9 Febr.	still hell	— 10	— 8	403	2087	— 26¾	— 57½	1967
11¼ Uhr M.		5234	4831					
		5269	4869			— 26¼		
12 Febr.	still hell	— 10	— 7	403	2069	— 23¼	— 49½	1967
11¼ Uhr M.		5279	4876					

3 April 4½ Uhr M.	schwacher N. D. helle	5200	−5	4806	−6	393	2046	−40	27½ 12¾	1964	17665
1758. 1 October. 11¾ Uhr M.	schwacher N. D. Nebel	5205	5234 −1	4812 4847 +1		389	2012	−30	16½ 13½	1952	
1760. 8 April 4 Uhr M.	mittelm. M. wolkigt	5235	5207 +2	4846 4821 +1		387	2011	−22½	18 4½	1966	
12 Apr. 9½ Uhr M.	mittelm. M. D. hell	5205	5192 0	4820 4808 +1		385	2007	−21	17 4	1965	
1759. 15 Jul. 7¼ Uhr M.	schwacher M. D. hell	5192	5198 +8	4807 4821 +8		377	1965	−2¾ 1¾	+1	1953	
		5190		4831			Summe von 9 Beobachtungen				

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm	Summen	Höhe nach der Regel
			Vorhergehende 9 Beobachtungen					17665
1760. 22 Jun. $0\frac{3}{4}$ Uhr A.	schwacher S. trüb	5159 + 7 5152 5218	4783 + 6 4777 4841	375	1969	$-6\frac{1}{2}$ $+5\frac{1}{2}$	− 1	1967
1759. 7 Sept. $5\frac{1}{4}$ Uhr A.	still hell	+ 9 5209 5142	+ 6 4835 4768	374	1942	− 4 + 8	+ 4	1950
1760. 22 Jun. $4\frac{1}{2}$ Uhr A.	schwach S. trüb	+ 8 5134 5207	+ 6 4762 4835	372	1960	− 2 + 8	+ 6	1971
7 Aug. $10\frac{1}{4}$ Uhr M.	W. hell	+ 6 5201	+ 8 4827	374	1945	$-\frac{1}{2}$ $+7\frac{1}{2}$	+ 7	1958

		5198	4828					
Ebend.		+ 8	+ 8	370	1927	+ 3 / + 17 }	+ 20	1965
3½ Uhr Ab.	W. hell	5190	4820					
		5209	4839					
1758. 8 Jun		+ 7	+ 7	370	1923	+ 8 / + 14 }	+ 22	1965
11¾ Uhr M.	still und hell	5202	4832					
		5184	4820					
1750. 20 Jul.	W. hell	+ 9	+ 11	366	1911	+ 8 / + 17½ }	+ 5	1960
9¾ Uhr M.		5175	4809					
		5176	4811					
Ebend.	mittelm.	+ 12	+ 10	363	1900	+ 7 / + 22 }	+ 29	1955
8½ Uhr Ab.	W. trüb	5164	4801					
					Summe von 17 Beobachtungen			33356
					Mittlere Höhe			1962 4/17.

Zehnter Standpunkt. 2211 Schuh.
Einerley Lage, wie der vorhergehende.

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5202	4751			— 38		
1760. 9 Merz	schwacher	— 9	— 10	450	2354	— 26	— 64	2203
8½ Uhr M.	R. O. hell	5211	4761					
		5150	4704			— 35		
25 Merz	schwacher	— 7	— 8	445	2352	— 25	— 60	2211
4¾ Uhr A.	S. Schnee	5157	4712					
		5223	4773			— 32		
9 Febr.	Schwach	— 10	— 8	452	2354	— 25½	— 57½	2218
11¾ Uhr M.	S. W. hell	5233	4781					
		5268	4821			— 26		
12 Febr.	still und hell	— 10	— 7	450	2322	— 22	— 48	2211
11⅝ Uhr M.		5278	4828					

3 Apr. 4 Uhr M.	schwacher N. D. hell	5200	— 5	5205	4758	— 6	4764	441	2307	— 40½	2213		
1758. 1 Octobr. 11½ Uhr Mr.	mittelm N.D. nebel	5235	— 1	5236	4801	+ 1	4800	436	2265	— 24	2211		
1760. 8 Apr. 3¾ Uhr M.	mittelm. N. wolfigt	5207	— 2	5209	4775	— 1	4776	433	2261	— 22	2211		
12 Apr. 9¼ Uhr Mr.	stark. N. D. hell	5192	0	5192	4761	— 1	4762	43C	2252	— 21	2206		
1759. 15 Jul. 7¾ Uhr Mr	schwach. N. D. hell	5198	+ 8	5190	4773	+ 5	4768	422	2210	0	2210		

Summe von 9 Beobachtungen 21894

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
				Vorhergehende 9 Beobachtungen				21894
1760. 22 Jun. 1 Uhr A.	schwacher S. trüb	5158 + 7 = 5151	4736 + 5 = 4731	420	2216	− 5¾ + 5¾	0	2216
1759. 7 Sept. 5¼ Uhr A.	still und hell	5219 + 9 = 5210	4797 + 6 = 4791	419	2185	− 3¼ + 9½	+ 5½	2197
1760. 22 Jun. 4 Uhr A.	schwach S. trüb	5143 + 8 = 5135	4725 + 6 = 4719	416	2201	− 2½ + 10	+ 7½	2217
7 Aug. 11¼ Uhr M.	W. hell	5207 + 6 = 5201	4789 + 7 = 4782	419	2289	+ 1½ + 8½	+ 10	2211

1758. 8 Jun. $11\frac{1}{2}$ Uhr M.	still und hell	5210 + 7 = 5203	4793 + 7 = 4785	417	2177	+ $3\frac{3}{4}$ + $12\frac{1}{2}$	+ $16\frac{1}{4}$	2212
1760. 7 Aug. 3 Uhr M.	W. hell	5199 + 8 = 5191	4785 + 8 = 4777	414	2166	+ $3\frac{1}{2}$ + 16	+ 20	2209
20 Jul. $11\frac{1}{4}$ Uhr M	W. hell	5184 + 9 = 5175	4774 + 10 = 4764	411	2156	+ $4\frac{3}{4}$ + $18\frac{3}{4}$	+ $23\frac{1}{2}$	2207
Ebend. $3\frac{1}{4}$ Uhr A.	mittelm. W. Donner	5176 + 11 = 5165	4767 + 10 = 4757	408	2144	+ 7 + 23	+ 30	2209
					Summe von 17 Beobachtungen			37572
					Mittlere Höhe			$2210\frac{2}{17}$.

Eilfter Standpunkt. 2333 Schuh.

Auf dem Abhange des Berges. Von diesen Standpunkt an erhebt sich der Berg unmerklich gegen die folgenden Standpunkte. Von hier eröffnet sich die Aussicht auf der Ebene vollkommen, außer gegen Südwest.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5202	4727					
1760. 9 Merz	hell und still	— 9	— 10	474	2485	— 36	— 64	2326
8¾ Uhr M.						— 28		
		5211	4737					
		5150	4683					
25 Merz	schwach	— 7	— 8	466	2468	— 36	— 61	2318
3¾ Uhr A.	S. Schnee					— 25		
		5157	4691					
	schwach	5222	4750					
9 Febr.	S. W. hell	— 11	— 9	474	2474	— 31½	— 57	2333
Mittags						— 25½		
		5233	4759					

	12 Febr. 11¾ Uhr M.	still hell	5267 — 10 5277	4795 — 6 4801	476	2463	— 26¾ — 21¼	— 48	2345
	3 Apr 3¾ Uhr A.	schwach N. O. hell	5200 — 5 5205	4735 — 6 4741	464	2433	— 28½ — 12½	— 41	2333
1758.	1 Oktbr. 11 Uhr M.	still Nebel	5236 — 1 5237	4780 + 1 4779	458	2385	— 10 — 15	— 25	2325
1760.	12 Apr. 9 Uhr M.	stark N. O. hell	5192 0 5192	4737 — 1 4738	454	2385	— 18½ — 5	— 23½	2329
	8 Apr. 3½ Uhr A	mitteln N. wolkigt	5207 — 2 5209	4753 — 1 4754	455	2382	— 17½ — 3½	— 21	2332
						Summe von 8 Beobachtungen			18641

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Resultat durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Höhe nach der Summen Regel	Beobachtungen	Höhe nach der Regel
					Vorhergehende 8 Beobachtungen				18641
2 Octbr. 3½ Uhr Ab	schwach N. hell	5219 +3	4775 +4	445	2324			1	2319
	mittelm. S. trüb	5216	4771					2	
		5158 +7	4714 +5	442	2337			1½	2334
		5151	4709					2	
22 Jun. 1½ Uhr Ab	schwach N. hell	5198 +8	4710 +5	445	2336			2¼	2343
	mittelm. S. trüb	5190	4745					3	
		5147 +8	4706 +5	438	2321			1	2346
1759. 15 Jul. 8 Uhr Mr.								3	
1760. 22 Jun. 3¾ Uhr M.		5139	4701					1¾	

7 Aug. 11½ Uhr M.	W. hell	5209	+ 6	5200	4768	+ 6	4762	438	2293	+ 1¼ + 3¾	2318		
1758. 8 Jun. 11¼ Uhr M.	still hell	5210	+ 7	5203	4770	+ 6	4764	439	2297	+ 3 + 12½	2333		
1760. 7 Aug. 2½ Uhr A.	W. hell	5200	+ 8	5192	4762	+ 7	4755	437	2291	+ 2¾ + 16	2333		
20 Jul. 9½ Uhr A.	West. hell	5183	+ 9	5174	4750	+ 8	4742	432	2272	+ 5½ + 19	2328		
Eben. 3 Uhr A.	mittelm. W. trüb	5175	+ 12	5163	4743	+ 10	4733	430	2266	+ 7½ + 24	2337		
									Summe von 17 Beobachtungen		39632		
									Mittlere Höhe		2331⅝		

Zwölfter Standpunkt. 2582 Schuh, 4 Zoll.

Nach der Höhe des Berges fort, gegen Süd-West. Man hat die Beobachtungen auf der Westseite gemacht.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
1760. 12 Febr. $0\frac{1}{2}$ Uhr A.	still hell	5263 — 9	4745 — 5	522	2717	— $26\frac{3}{4}$ — $20\frac{1}{4}$	— 47	2589
		5272	4750					
12 Apr. $8\frac{3}{4}$ Uhr M.	schwacher N. O. hell	5192 — 1	4688 — 3	502	2649	— 21 — 7	— 28	2575
		5193	4691					
1758. 1 Octobr. $10\frac{1}{2}$ Uhr M	schwacher N hell unten Neb.	5236 — 1	4734 + 3	506	2648	— 9 — $15\frac{1}{2}$	— $24\frac{1}{2}$	2583
		5237	4731					
1760. 8 Apr. $3\frac{1}{4}$ Uhr A	mittelm. N. wolkigt	5206 — 1	4701 — 2	504	2652	— $18\frac{1}{2}$ — 2	— $20\frac{1}{2}$	2598
		5207	4703					

1759. 15 Jul. 9 Uhr M	still und hell	5197 + 9 5188	4702 + 6 4696	492	2596	− $5\frac{1}{4}$ + $1\frac{1}{4}$	− 4	2586
1760. 2 Octobr. 3 Uhr A.	schwacher N. O. hell	5220 + 3 5217	4727 + 3 4724	493	2587	− $7\frac{1}{2}$ + 4	− $3\frac{1}{2}$	2578
1756. 20 Jun. $7\frac{1}{4}$ Uhr M	still und hell	5187 + 5 5182	4695 + 4 4691	490	2589	− $8\frac{3}{4}$ + $5\frac{1}{4}$	− $3\frac{1}{2}$	2580
Ebend. Mittags.	still und hell	5184 + 8 5176	4696 + 4 4692	484	2558	− $5\frac{1}{4}$ + $12\frac{1}{4}$	− $7\frac{1}{2}$	2578
1759. 7 Sept. $4\frac{1}{4}$ Uhr A.	still Dünste	5219 + 10 5209	4728 + 6 4722	487	2558	− 4 + 12	+ 8	2578
					Summe von 9 Beobachtungen			23245

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Resultat durch die Log.	Oberes u. unt. Therm	Summen	Höhe nach der Regel
			Vorhergehende 9 Beobachtungen					23245
1760. 22 Jun. 3¼ Uhr A.	still trüb	5146 + 8 = 5138	4661 + 6 = 4655	483	2572	− 1¾ + 12¼	+ 10½	2599
1758. 8 Jun. 10½ Uhr M.	still. hell	5209 + 7 = 5202	4723 + 7 = 4716	486	2556	+ ½ + 10½	+ 11	2584
1760. 7 Aug. 0¼ Uhr A.	W. hell	5203 + 7 = 5196	4720 + 7 = 4713	483	2542	+ 3 + 11	+ 14	2578
1760. 7 Aug. 2¼ Uhr A.	W. hell	5198 + 8 = 5190	4716 + 7 = 4709	481	2534	+ 3 + 16	+ 19	2582

		5180	4700			+ 1		
1756. 20 Jun	still und hell	+ 11	+ 9	478	2528	+ 19	+ 20	2579
4 Uhr A		5169	4691					
		5181	4702					
1760. 20 Jul	schwach	+ 10	+ 8	477	2522	+ 3½	+ 23	2580
11½ Uhr M.	N. wolkigt	5171	4694			+ 19½		
		5174	4696			+ 8		
Ebend.	mittelm.	+ 12	+ 9	475	2515	+ 23½	+ 31½	2594
2½ Uhr A.	W. Donner	5162	4687					

Summe von 16 Beobachtungen 41341

Mittlere Höhe $2583\frac{13}{16}$.

Dreyzehnter Standpunkt. 2700 Schuh.

Einerley Lage wie die Vorhergehende.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
		5192	4663					
1760. 12 Apr.	stark.	— 1	— 2	528	2794	— $20\frac{1}{2}$	— $28\frac{1}{2}$	2715
8 Uhr M.	N. O. hell					— 8		
		5193	4665					
		5239	4712					
1758. 1 Octobr.	still hell	— 1	+ 3	531	2784	— $11\frac{1}{4}$	— 28	2706
$9\frac{3}{4}$ Uhr M.	und Nebel					— $16\frac{3}{4}$		
		5240	4709					
		5207	4681					
1760. 8 Apr.	mittelm. M.	— 1	— 2	525	2768	— $17\frac{1}{4}$	— 19	2716
3 Uhr A.	wolkigt					— $1\frac{3}{4}$		
		5208	4683					
		5220	4706					
2 Oktbr.	schwacher	+ 3	+ 3	514	2703	— $6\frac{1}{2}$	— 2	2697
$2\frac{3}{4}$ Uhr A.	N. O. hell					+ $4\frac{1}{2}$		
		5217	4703					

	22 Jun. $2\frac{3}{4}$ Uhr Ab.	schwacher S. trüb	5151 + 8 5143	4640 + 5 4635	508	2710	$+ 9$ $- 11$	$- 2$	2704
1759.	15 Jul. 10 Uhr M.	still hell	5194 + 11 5183	4683 + 7 4676	507	2682	$+ 2\frac{1}{4}$ $+ 5\frac{3}{4}$	$+ 8$	2703
	7 Sept. 4. Uhr A.	still Dünste	5218 + 10 5208	4708 + 7 4701	507	2669	$- 2\frac{3}{4}$ $+ 14\frac{3}{4}$	$+ 12$	2701
1758.	8 Jun. 10 Uhr M.	W. hell	5209 + 7 5202	4701 + 7 4694	508	2677	$+ 1\frac{1}{2}$ $+ 10\frac{1}{2}$	$+ 12$	2709
1760.	7 Aug. $0\frac{3}{4}$ Uhr Ab.	W. hell	5202 + 7 5195	4697 + 7 4690	505	2665	$+ \frac{1}{2}$ $+ 11\frac{1}{2}$	$+ 12$	2697
						Summe von 9 Beobachtungen			24348

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Ober. Barom.	Ober. u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
							Vorhergehende 9 Beobachtungen	24348
Abend.	W. hell	5199	503	2666	4695	$2\frac{1}{4}$ $14\frac{1}{4}$	$+16\frac{1}{2}+7$	2700
1¾ Uhr M.		5191			4688			
20 Jul. Mittags.	schwacher W. wolfigt	5179	497	2634	4680	$4\frac{1}{2}$ $20\frac{1}{2}$	$+25+8$	2700
		5169			4672			
Abend.	schwacher W. wolfigt	5179	496	2629	4680	$5\frac{1}{2}$ $21\frac{1}{2}$	$+27+8$	2700
0½ Uhr Ab.		5168			4672			
Abend.	schwacher W. wolfigt	5178	496	2629	4679	$5\frac{1}{2}$ $21\frac{1}{2}$	$+27+8$	2700
1 Uhr M.		5167			4671			

Ebend.	Schwacher N. wolfigt	5174	+ 12	5162	4675	+ 8	4667	495	2627	2703
2¼ Uhr N.										+ 29
										+ 5½
										+ 2½
Ebend.	Schwacher N. wolfigt	5174	+ 11	5163	4677	+ 8	4669	494	2620	2700
2 Uhr N.										+ 31½
										+ 3½
										+ 2½

Summe von 15 Beobachtungen 40551

Höhe 2703 6/15.

Weitere

Vierzehnter Standpunkt. 2742 Schuh, 5 Zoll.

Immer nach der Höhe des Berges fort; aber gegen Osten, nahe an dem Felsen, auf welchem der folgende Standpunkt liegt.

Tag und Stunde	Zustand der Luft	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
1760. 12 April 6 Uhr M.	stark N. O. hell	5196 — 1 5197	4651 — 5 4656	541	2865	— 25¼ — 20¾	— 46	2733
1758. 1 Oktbr. 7¾ Uhr M.	schwach. O. hell u. Nebl. unten	5242 — 1 5243	4700 0 4700	543	2849	— 17¼ — 20¼	— 37½	2742
8 Jun. 6¼ Uhr M.	O. wolkigt	5209 + 4 5205	4684 + 4 4680	525	2770	— 5 — 4	— 9	2745
1760. 2 Oktobr. 1 Uhr Ab.	schwach N. O. hell	5224 + 2 5222	4701 + 4 4697	525	2761	— 6½ + ½	— 6	2744

1758.	8 Jun. $6\frac{3}{4}$ Uhr M.	D. wolkigt	5208 + 4 = 5204	4689 + 6 = 4683	521	2749	− + $3\frac{1}{2}$	−	$2\frac{1}{2}$	2742
	Ebend. $7\frac{1}{4}$ Uhr M.	still wolkigt	5209 + 5 = 5204	4691 + 7 = 4684	520	2743	− + $2\frac{1}{4}$ $1\frac{3}{4}$	−	$\frac{1}{2}$	2742
1760.	13 Aug. $3\frac{1}{4}$ Uhr Ab.	mittelm S. wolkigt	5169 + 9 = 5160	4652 + 4 = 4648	512	2723	− + $5\frac{1}{2}$ 11	+	$5\frac{1}{2}$	2738
1758.	8 Jun. $8\frac{1}{2}$ Uhr M.	still wolkigt	5210 + 6 = 5204	4692 + 6 = 4686	518	2732	− + $\frac{1}{2}$ 6	+	$5\frac{1}{2}$	2747
1759.	7 Sept. 2 Uhr Ab.	still wolkigt	5216 + 8 = 5208	4702 + 8 = 4694	514	2708	− + $2\frac{1}{4}$ $13\frac{3}{4}$	+	$11\frac{1}{2}$	2739
									Summe von 9 Beobachtungen	24672

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
					Vorhergehende 9 Beobachtungen			24672
15 Jul. 4 Uhr A.	W. hell	5181 + 11 = 5170	4675 + 9 = 4666	504	2673	+ 5 + 20	+ 20	2740
					Summe von 10 Beobachtungen			27412
					Mittlere Höhe			$2741\frac{1}{5}$.

Funfzehnter Standpunkt. 2926 Schuh 8 Zoll.

Auf einen freystehenden Felsen, welcher sich über den ganzen Berg erhebt.

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom.	Diff. der Bar.	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
1756. 30 May $6\frac{3}{4}$ Uhr M.	O. hell	5208 — 1 5209	4626 — 6 4632	577	3050	— $28\frac{1}{2}$ — $14\frac{1}{2}$	— 43	2927
1758. 1 Oktbr. $7\frac{1}{2}$ Uhr M.	still hell u. Nebel von unten	5242 — 2 5244	4665 — 2 4667	577	3038	— $18\frac{1}{4}$ — $20\frac{3}{4}$	— 39	2919
1756. 30 May $11\frac{1}{4}$ Uhr M.	O. hell	5209 + 1 5208	4635 — 4 4639	569	3015	— 23 — 5	— 28	2930
							Summe von 3 Beobachtungen	8776

Tag und Stunde	Zustand der Luft.	Unter. Barom.	Ober. Barom	Diff. der Bar	Result. durch die Log.	Oberes u. unt. Therm.	Summen	Höhe nach der Regel
				Vorhergehende 3 Beobachtungen				8776
1755. 3. Aug. $8\frac{3}{4}$ Uhr M.	S. trüb.	5126 + 5 = 5121	4566 − 1 = 4567	554	2983	− 18 − 1	− 19	2927
1756. 30 May $3\frac{1}{4}$ Uhr A.	still hell	5204 + 1 = 5203	4637 − 2 = 4639	564	2990	− 17 − 2	− 19	2933
1760. 2 Oktbr $0\frac{1}{2}$ Uhr A.	schwacher N. O. hell	5225 + 2 = 5223	4669 + 3 = 4666	557	2939	− 6 + $\frac{1}{2}$	− $5\frac{1}{2}$	2923
1758. 8 Jun. $8\frac{1}{4}$ Uhr M.	O. wolkigt	5209 + 5 = 5201	4658 + 5 = 4653	551	2916	− 2 + 6	+ 4	2928

1760. 13 Aug. $2\frac{3}{4}$ Uhr N.	S. wolkigt	5168 + 8 / 5160	4622 + 5 / 4617	543	2898	$-3\frac{1}{2}$, $+9\frac{1}{2}$ } + 6	2915
1759. 7 Sept. $1\frac{1}{2}$ Uhr N.	schwach N. wolkigt	5218 + 8 / 5210	4672 + 7 / 4665	545	2879	0, + 15 } + 15	2922
15 Jul. 2 Uhr N.	schwach W. hell	5188 + 11 / 5177	4644 + 9 / 4635	542	2881	$-\frac{1}{2}$, $+16\frac{1}{2}$ } + 16	2927
Ebend. $3\frac{1}{2}$ Uhr N.	schwach W. hell	5182 + 11 / 5171	4644 + 8 / 4636	535	2846	+ 5, + 22 } + 27	2923

Summe von 11 Beobachtungen 32171

Mittlere Höhe $2924\frac{10}{11}$.

Beobachtungen gegen Aufgang der Sonne.

Siebenter Standpunkt. Höhe 1420 Schuh.

1756. 11 Apr. 6½ Uhr M.	Dünste	5107 — 7 5114	4827 — 7 4834	80	1467	—29 —23 — 52	1391
19 Apr. 5¾ Uhr M.	Ost hell	5149 — 4 5153	4861 — 6 4867	286	1488	—27 —21 — 48	1416
29 Aug. 5¼ Uhr M.	schwach O. hell	5201 + 2 5199	4921 0 4921	278	1432	—19 —20 — 39	1376
1 Aug. 4½ Uhr M.	schwach O. hell. gleich dr. S. wolk.	5162 — 1 5163	4886 + 3 4883	280	1453	—11 —17 — 28	1412

Zwölfter Standpunkt. Höhe 2582 Schuh.

1756.	20 Jun. $4\frac{3}{4}$ Uhr M.	schwach O. hell	5184 + 5 = 5179	4688 + 1 = 4687	492	2601	— 13 — 11	— 24	2539

Vierzehnter Standpunkt. Höhe 2742 Schuh.

1758.	1 Octobr. $6\frac{3}{4}$ Uhr M.	O. in d. Gegend der Oberfl. d. Reb.	5240 — 2 = 5242	4697 — 4 = 4701	541	2838	— $27\frac{1}{4}$ — $22\frac{3}{4}$	— 50	2696
	8 Jun. $4\frac{1}{2}$ Uhr M.	O. hell	5202 + 3 = 5199	4679 + 0 = 4679	520	2746	— $13\frac{1}{2}$ — 17	— $30\frac{1}{2}$	2662

Funfzehnter Standpunkt. Höhe 2927 Schuh.

		5203	4623					
1756. 30 May	O. hell	— 1	— 6			— $36\frac{1}{2}$		
5 Uhr M.		5204	4629	575	3051	— $22\frac{1}{2}$	— 59	2874
		5196	4617					
1760. 12 Aug	stark N. O	— 2	— 5			— 26		
$5\frac{1}{4}$ Uhr M.	hell	5194	4622	576	3060	— 25	— 51	2904
	O. hell.	5240	4660					
1758. 1 Octobr	Neb. aus	— 2	— 4			— $25\frac{1}{2}$		
$6\frac{1}{4}$ Uhr M.	dem Gewäß	5242	4664	678	3041	— 25	— $50\frac{1}{2}$	2890
		5202	4646					
8 Jun.	O. wolkigt	+ 4	+ 1			— 11	— 28	2849
4 Uhr M.		5198	4645	553	2931	— 17		
		5202	4647					
Abend.	O. wolkigt	+ 4	+ 1			— 9	— $20\frac{1}{2}$	2865
$5\frac{1}{4}$ Uhr M.		5198	4646	552	2925	— $11\frac{1}{2}$		

Sechstes Capitel.

Neue Anwendungen der vorhergehenden Regeln.

Die im vorigen Capitel erzehlten Beobachtungen sind diejenigen, welche ich mit einander zu vergleichen gesucht, und die ich daher so viel als möglich auf gleiche Resultate gebracht habe. Ich habe im dritten Capitel den Weg angezeigt, dessen ich mich bey dieser Untersuchung bedient habe, und man hat nun den Erfolg davon gesehen, der so erwünscht ist, als ich kaum hätte erwarten können.

Schon die Anzahl der mitgetheilten Beobachtungen ist ein starker Beweis der Genauigkeit, mit welcher man Höhen auf die angezeigte Art messen kann. Allein da sie alle auf einem und eben demselben Berge gemacht sind, so könnte man glauben, daß etwa hier die gleichförmige Lage eine Uebereinstimmung verursacht hätte, die man anderwärts vermissen könnte. Ich habe mir diesen Einwurf selbst gemacht, und um mich darüber zu beruhigen, keine Gelegenheit verabsäumet, meine Regel an verschiednen Orten und auf verschiedne Art zu prüfen. Ich will diese Proben hier erzehlen.

Beobachtungen auf dem Glockenthurme der Genfer Hauptkirche zu St. Peter.

Die Veranlassung zu diesen Beobachtungen findet man oben (615 und 616); sie selbst sind folgende.

635. Im Monat Julius 1759 stellte ich ein Barometer auf den höchsten Ort eines Thurms der **Peterskirche**, und befestigte es an dem Holze der Dachspitze. Das Futteral, worinnen es sich mit dem Thermometer befand, war verschlossen, so daß ich versichert war, es könne ihm während der Zeit aller meiner Beobachtungen keine Veränderung begegnen. Ein anderes mit dem erstern übereinstimmendes Barometer stellte ich an einen Ort der **Kues-basses**, welcher ohngefehr 7 **Schuh** über die Oberfläche der Rhone, wenn sie im Sommer am höchsten ist, erhoben war. Dieses Barometer war eben so, wie das vorige, mit seinem Thermometer eingeschlossen.

636. Ich maß nunmehr mit der Schnur auf die oben (517) angezeigte Art die Höhe des Orts, an welchem das Barometer auf der **Peterskirche** stand, über den Grund des Thurmes, und fand sie

124 Schuh, 11 Zoll.

Darauf nivellirte ich den Abfall von dem Grunde des Thurms bis an die Stelle des Barometers in den **Kues-basses**, und fand die senkrechte Höhe zwischen beiden Punkten

84	7

Also die senkrechte Höhe zwischen beiden Barometern 209 Schuh, 6 Zoll.

637. Die Wärme der Luft auf dem Thurme beobachtete ich während meiner Versuche an einem ganz freyschwebenden Thermometer, das ich an dem Ende einer langen Stange aufhieng, damit es dem Winde ausgesetzt, und von den Mauern entfernt seyn

möchte,

möchte, welche bisweilen von der Sonne erwärmt werden.

Vom Julius 1759 bis zum August 1760 habe ich an beiden Barometern bey sehr verschiednem Zustande der Luft 87 übereinstimmende Beobachtungen gemacht. Es würde überflüßig seyn, sie umständlich anzuführen; ich will daher nur einen Auszug davon mittheilen.

638. Das Mittel aller in den **Rues-basses** beobachteten, und auf die Temperatur der **Null** meines Thermometers gebrachten Barometerhöhen, war 323_{17}^{9} **Linien.** Das Mittel der Barometerhöhen auf der **Peterskirche**, die ich auf eben diese Temperatur reducirt hatte, war 321_{17}^{2} **Lin.** Das Mittel der Wärme der Luft —17 meiner **Scale** an dem zu Beobachtung derselben bestimmten Thermometer.

Die Rechnung aus diesen beiden Barometerhöhen durch die **Logarithmen**, gab anfänglich 218 **Schuh** 1 **Zoll Höhe**, welches sich durch die Berichtigung wegen der Wärme, die hier 17 **Grad** von **Null** abweichet, in 210 **Schuh** 8 **Zoll** verwandlet. Diese aus Barometerhöhen berechnete **Höhe** weicht also von der wirklich gemessenen nur um 1 **Schuh** 2 **Zoll** ab.

Beobachtungen zu Supergue, einer Kirche auf dem Gipfel des Berges bey Turin.

639. Den 18 Junius 1757 fand ich die Höhe dieser Kirche von dem Fußboden bis an die Sohlbank der kleinen Fenster, durch die das Licht in

den obern Theil des Doms fällt wovon man die Höhe dieser Sohlbank über den Gang, der um diese Fenster geht, und auf welchem mein Barometer stand, abrechnen muß	159 Schuh	— Zoll
	2	10
Rest.	156	2

Um $4\frac{1}{2}$ Uhr des Abends stand das Barometer auf dem Gange 311 Lin.
Das daran befindliche Thermometer + 9

Barometerhöhe auf die Temperatur Null gebracht $310\frac{7}{12}$ Lin.
Gleich darauf beobachtete ich das Barometer auf dem Fußboden $312\frac{3}{12}$ Lin.
Das daran befindliche Thermometer + 8

berichtigte Höhe $312\frac{5}{12}$ Lin.

Das im Dom frey aufgehangne Thermometer stand auf — $\frac{1}{2}$.

Die Berechnung durch die **Logarithmen** gab für den Unterschied dieser Barometerhöhen 156 Schuh 11 Zoll Höhe, welches sich durch die Berichtigung wegen der Wärme, die hier um $\frac{1}{2}$ Grad von Null abwich, in 156 Schuh 9 Zoll verwandlet. Die Messung mit dem Barometer weicht also von der mit der Schnur nur um 7 Zoll ab.

Ich habe diese Beobachtung nicht eher in Uebereinstimmung mit den vorigen bringen können, als nachdem sie drey Jahre gemacht war; d. i. nachdem ich durch die allgemeine Vergleichung aller meiner Beobachtungen die zu ihrer Uebereinstimmung nöthigen Berichtigungen gefunden hatte: und so ist es mir auch mit den folgenden gegangen.

640. Ein Barometer, von dem ich bald reden werde, stand an dem Grunde des akademischen Gebäudes zu **Turin**, an eben demselben Tage um 3 Uhr Nachmittags $329\frac{2}{6}$ Lin.

Das Thermometer + 8

$328\frac{1}{1}\frac{1}{6}$ Lin.

Fast zu eben der Zeit beobachtete ich mein Barometer an der Kirchthüre zu **Supergue**, welches einen Schuh hoch über dem Fußboden stand, und fand es $313\frac{9}{6}$ Lin.

Das Thermometer + 14

$312\frac{1}{1}\frac{1}{6}$ Lin.

Der Himmel war leicht mit Wolken bedeckt: nur an der Mittagsseite des Horizonts zog ein fürchterliches Gewitter auf, und von dieser Seite kam ein schwacher Wind. Das in freyer Luft hangende Thermometer stand auf + 4; aber ich konnte die mittlere Wärme der Luft zwischen **Turin** und **Supergue** + 10 schätzen. Nach dieser Voraussetzung wird man durch meine Regel finden, daß der Ort dieser Beobachtung um 1330 Schuh höher liegt, als der Grund des akademischen Gebäudes zu **Turin**.

Beobachtungen auf dem Glockenthurme der Johanniskirche zu Turin.

641. Dieser Thurm ist von der Kirche selbst abgesondert, hat eine große Höhe, und ist ohne alle Absätze und Verzierungen, welche oft die Messung schwer machen. Deswegen wählte ich ihn zu den Barometerbeobachtungen, maß seine Höhe von den Queerbalken an, welche oben übers Kreuz gelegt sind,

um das Dach zu tragen; und fand sie 164 Schuh, 9 Zoll, wovon man noch 2 Schuh abziehen muß, weil mein Barometer so hoch über dem Fußboden stand. Es blieben also 162 Schuh, 9 Zoll.

Am Fuße des Thurms.

Den 10 Jun. 1757, 6 Uhr des
Morg. Bar. $329_{1}\frac{1}{6}$
Thermometer $+ 6$ } $328_{11}\frac{1}{6}$

Den 14 — — $4\frac{1}{2}$ — des
Ab. —
Thermometer $328_{1}\frac{9}{6}$
$+ 11$ } $327_{11}\frac{14}{6}$

Summe beider Beobachtungen $656_{1}\frac{9}{6}$
Mittel $328_{3}\frac{9}{2}$ Lin.

In der Höhe.

			freyhangendes Thermometer
Den 10 Jun.	$326_{11}\frac{5}{6}$	$326_{11}\frac{0}{6}$	$-1\frac{1}{2}$
Thermometer	$+ 5$		
Den 14 —	$326_{11}\frac{5}{6}$	$325_{11}\frac{5}{6}$	$+14\frac{1}{2}$
Thermometer	$+ 11$		
Summe der Beob. des Bar.		$652_{1}\frac{2}{6}$ des Therm.	$+13$
Mittel		$326_{3}\frac{2}{2}$	$+6\frac{1}{2}$

Die Verbindung beider Beobachtungen, giebt, wenn man zugleich die Veränderung der Temperatur in Betrachtung zieht, nach meiner Regel 161 Schuh, 3 Zoll. Dieß ist von 162 Schuh, 9 Zoll, welche ich durch die wirkliche Messung gefunden habe, sehr wenig unterschieden, und noch kömmt gewiß ein Theil dieses Unterschieds davon her, daß die mittlere Wärme der ganzen Luftsäule größer war, als die

in ihrem obern Theile, welche letztere ich doch allein in Betrachtung gezogen habe.

Beobachtungen auf dem Leuchtthurme in Genua.

642. Seit dem ersten Anfange meiner Bemühungen um die behandelte Materie war ich nach genauen Beobachtungen am Ufer des Meers begierig gewesen.

Ich legte meinen Plan verschiednen Naturforschern vor; allein die dabey nöthige Sorgfalt, die geringe Hoffnung, die sich einige, an die ich mich gewendet hatte, von dem Erfolg meiner Arbeiten machten, und die Geschäffte anderer, beraubten mich dieser Unterstützung. Ich war daher sehr froh, als ich 1767 durch andere Ursachen genöthiget ward, von **Turin** nach **Genua** zu reisen. Alles vereinigte sich meine Absicht zu befördern: der **Leuchtthurm** des dortigen Hafens ist so geschickt zu Versuchen dieser Art, als man nur wünschen kann; ich fand einen Freund, der so gefällig war, einige Beobachtungen zu übernehmen, welche Zeit erforderten, und da mein Bruder einige Zeit nachher auch nach **Genua** reisen mußte, so konnte ich versichert seyn, daß er die Versuche, die ich selbst machen wollte, genau prüfen werde.

Zu Anfange maß ich mit der Schnur auf die obenbeschriebne Art die Höhe zwischen dem Fuße des Mauerwerks, auf welchem der Glaskasten steht, worinn sich die Lampen des Leuchtthurms befinden, und dem Eingange des untern Stockwerks, und fand sie

222 Schuh 11 Zoll. Die Beobachtungen selbst sind folgende.

Barometerhöhen am Fuß des Leuchtthurms, etwa 20 Toisen über der Meeresfläche.

Den 22 Jun. 1757, 6 Uhr Morg.		$338\frac{2}{3}\frac{1}{2}$ Lin.	$337\frac{3}{3}\frac{0}{2}$
Thermom. in halben Graden		+ 23	
Ebend.	$4\frac{1}{2}$ Uhr Ab.	$338\frac{2}{3}\frac{5}{2}$	$337\frac{2}{3}\frac{7}{2}$
Thermom. in halben Gr.		+ 30	
Den 23 ebend.	$9\frac{1}{2}$ Uhr Morg.	$339\frac{3}{3}\frac{3}{2}$	$338\frac{3}{3}\frac{9}{2}$
		+ 26	
Ebend.	$5\frac{3}{4}$ Uhr Ab.	$338\frac{3}{3}\frac{8}{2}$	$337\frac{3}{3}\frac{4}{2}$
		+ 26	

Meines Bruders Beobachtung.

Den 26 Jul.	1 Uhr Nachm.	$338\frac{3}{3}\frac{1}{2}$	$337\frac{3}{3}\frac{5}{2}$
		+ 28	
Summe von 5 Beobachtungen			$1688\frac{2}{3}\frac{1}{2}$
Mittel			$337\frac{4}{6}\frac{7}{4}$

Beobachtungen in der Höhe des Leuchtthurms.

		Barometerhöhen		freyhangendes Thermometer
Den 22 Jun. 1757	Morg.	$335\frac{2}{3}\frac{7}{2}$	$335\frac{4}{3}\frac{4}{2}$	$+6\frac{1}{2}$
Therm. in halb. Gr.		$+23$		
Ebend.	Ab.	$336\frac{2}{3}\frac{2}{2}$	$335\frac{2}{3}\frac{2}{2}$	$+18$
		$+32$		
Den 23	Morg.	$336\frac{6}{3}\frac{6}{2}$	$335\frac{1}{3}\frac{6}{2}$	$+15\frac{1}{2}$
		$+22$		
Ebend.	Ab.	$335\frac{6}{3}\frac{6}{2}$	$334\frac{1}{3}\frac{2}{2}$	$+13$
		$+26$		

Meines Bruders Beobachtung.

Den 26 Jul.		$335\frac{8}{3}\frac{8}{2}$	$334\frac{1}{3}\frac{2}{2}$	$+12$
		$+28$		
Summe der Beob. des Bar.		$1674\frac{2}{3}\frac{4}{2}$	des	$+65$
Mittel		$334\frac{6}{6}\frac{1}{4}$	Thm.	$+13$

Diese fünf Beobachtungen so verbunden, und nach meiner Regel berechnet, geben 221 Schuh, 1 Zoll, welches nur um 1 Schuh 10 Zoll von der wirklichen Höhe abweicht. Auch von diesem Unterschiede rührt, wie bey den Turiner Beobachtungen ein Theil davon her, daß ich die Temperatur der Luft nur oben beobachtet habe, wo sie gewiß weniger erwärmt war, als der übrige Theil der längst dem Leuchtthurme liegenden Luftsäule.

Die

Die bisherigen sind unmittelbare Proben meiner Regel aus bekannten Höhen mit Unterschieden der Barometerhöhen verglichen. Man kann aber noch viele andere vornehmen. Z. B. Die Mängel der vorigen Regeln zeigen sich eben so wohl durch die wenige Uebereinstimmung, die sich zwischen den Resultaten aus verschiednen Beobachtungen an einerley Orte findet, als durch die Vergleichung mit der bekannten Höhe. Man kann sie also auch durch Vergleichung dieser Resultate aus Beobachtungen an einerley Orte, aber zu verschiednen Zeiten, prüfen. Hieher gehört folgendes.

Beobachtungen auf der Dole, einem Berge in Pays-de-Vaud im Gebirge Jura, etwa vier Meilen von Genf.

643. Diese Beobachtungen hatten zur Absicht, die Höhe dieses Berges über den **Genfer See** (oder die **Rhone**, wie sie bey Genf aus demselben heraustritt) zu bestimmen. Man wird daraus auf den ersten Blick sehen, wie unzuverläßig Barometerbeobachtungen allein sind, wenn man sie nicht auf die von mir gefundene Art berichtiget. Dieß würde noch mehr in die Augen fallen, wenn die Unterschiede der **absoluten** Barometerhöhen, und der **Wärme** größer wären.

Am 29 Jul. 1764 stieg ich mit meinem Bruder auf diesen Berg. Die Witterung war schön: der Wind kam aus **Süden**, und brachte Wolken: den Tag vorher hatte es geregnet. Meine Beobachtungen an diesem Tage sind folgende.

Beobachtungen zu Genf, 78 Schuh über der Fläche der Rhone im Sommer.

1 Uhr Nachm.	Bar. 326 lin. Therm. + 13	}	325 $1\frac{3}{6}$ freyes Therm.	+ $8\frac{3}{4}$
$1\frac{1}{2}$ Uhr	325 $1\frac{4}{6}$ + 13	}	325 $1\frac{1}{6}$	+ $9\frac{1}{4}$
Mittel			325 $1\frac{2}{6}$	+ 9

Beobachtungen auf dem Gipfel der Dole.

1 Uhr	Bar. 280 $1\frac{5}{6}$ Therm. + 7	}	280 $1\frac{8}{6}$ freyes Th.	— 5
$1\frac{1}{2}$	280 $1\frac{3}{6}$ Therm. + 6	}	280 $1\frac{7}{6}$	— $4\frac{1}{2}$
Mittel			280 $1\frac{5}{6}$	— $4\frac{3}{4}$

Berechnung.

Zu Genf 325 $1\frac{2}{6}$, in $\frac{1}{6}$teln = 5202 Log. 37161, 703
Auf d. Dole 280 $1\frac{5}{6}$ = 4487 $\frac{1}{2}$ 36520, 044

Unterschied der Log. Toisen 641, 659

Wärme zu Genf + 9
auf d. Dole — $4\frac{3}{4}$

Summe (609) + $4\frac{1}{4} \times \frac{641,659}{1000}$ = + 2, 727

Höhe der Dole über den Ort der Beobachtung zu Genf Toiſ. 644, 386

Schuhe 3866
78

Höhe des Orts über die Rhone

Höhe der Dole über die Fläche der Rhone, wo ſie aus dem See tritt Schuhe 3944

Wir

Wir bestiegen diesen Berg zum zweytenmale am 21sten Julius 1765. Der Himmel war mit Wolken überzogen, und es blies ein gelinder Nordostwind.

Beobachtung zu Genf an dem vorigen Orte.

10½ Uhr Vorm. Bar. 323 1/6 Lin. } 322 1/1 1/6 freyes Th. — 1½
Therm. + 7

Beobachtung auf der Dole.

Bar. 277 1/6 Lin. } 277 1/1 4/6 — 19
Therm. + 3

Berechnung.

Zu Genf	322 1/1 1/6 in 1/1 1/6 teln	= 5163	Log. 37129,021
Auf d. Dole	277 1/1 4/6	= 4436	36469,915
	Unterschied der Log.	Toisen	659,106

freyes Therm. zu Genf — 1½
auf der Dole — 19

Summe — 20½ × 659,106/1000 = — 13,511

Höhe der Dole über den Ort der Beobachtung zu Genf, Toisen 645,595

Schuhe 3874
Höhe des Orts über die Rhone 78

Höhe der Dole über die Fläche der Rhone 3952 S.

So geben also zwo um ein Jahr Zeit von einander entfernte Abmessungen nur 8 Schuhe Unterschied. Ich kann kaum hoffen, daß man allezeit so wenig Unterschied finden werde; die Ursachen will ich in der Folge anzeigen.

Herr

Herr **de Saussüre**, Professor der Weltweisheit zu Genf, der mit seinem Hauptstudium aus Neigung viele andere Wissenschaften verbindet, wünschte ein dem meinigen ähnliches Barometer zu besitzen, und ich ließ ein solches unter meiner Aufsicht durch einen geschickten Künstler verfertigen. Dieses Barometer hat er nachher mit sich auf die Bergreisen genommen, die er wegen der Botanik und anderer Theile der Naturgeschichte angestellt hat.

Am 8 Julius 1764 brachte er es auf die **Dole**, und ich beobachtete zu gleicher Zeit zu **Genf**. Ich will unsere Beobachtungen und ihr Resultat mittheilen.

Zu Genf Bar. $323\frac{1}{1}\frac{1}{6}$ lin. Therm. + 9 } $322\frac{1}{1}\frac{8}{6}$ freyes Therm. + 4

A. d. Dole Bar. $277\frac{1}{1}\frac{0}{6}$ Therm. + 2 } $277\,1\frac{8}{6}$ — 14

Berechnung.

Bar. zu Genf	$322\frac{1}{1}\frac{8}{6}$ in Theilen	5160	Log. 37126,497
auf d. Dole	$277\frac{1}{1}\frac{8}{6}$	4440	36473,830
		Unterschied.	652,667

freyes Therm. zu Genf + 4
auf der Dole — 14

Summe — 10 × $\frac{652,667}{1000}$ = — 6,527

Toisen 646,140

Schuhe 3876

Höhe des Beobachtungsorts zu Genf über die Fläche der Rhone 78

Höhe der Dole über die Fläche der Rhone 3954 S.

Diese Höhe ist von der vorigen nur um 2 Schuhe unterschieden. Man muß aber dabey noch einen kleinen Unterschied des Beobachtungsorts auf der Dole in Betrachtung ziehen. Der höchste Theil dieses Berges ist ein kahler Felsen; Herr de Saussüre hatte sich auf der Spitze desselben nicht bequem stellen können; er machte also seine Beobachtung ein wenig tiefer; welches die Höhe ein wenig kleiner hätte geben sollen, ob gleich dieser Unterschied nicht viel betragen kann.

644. Meine Ausmessung dieses Berges wird noch überdieß durch das Zeugniß des Herrn **Fatio de Duillier** bestätigt, der ihn geometrisch gemessen hat. Man findet das Resultat dieser Messung in seinen Anmerkungen zu der *Histoire naturelle des environs du lac de Genève*, die sich im zweyten Bande der *Histoire de Genève* des Herrn Spon (4to S. 447) befinden. Die Höhe der Dole über den See fand Herr Fatio 654 Toisen, oder 3924 Schuhe, also um 25 Schuh kleiner, als das Mittel aus meinen Beobachtungen.

Herr Fatio meldet nicht, ob er seine Messung wegen der Wirkung der Stralenbrechung berichtiget habe. Zwar kann diese nicht groß gewesen seyn, weil seine Standlinie nicht weit vom Berge abstand. Hat er sie nicht berichtiget, so ist der Unterschied zwischen seiner und meiner Messung noch etwas größer. Auch muß ich dabey bemerken, daß man die wirklichen Spitzen der Berge, wenn ihre Gipfel rund sind, aus einer kleinen Entfernung nicht sehen kann. Man nimmt alsdann tiefere Theile, die die Spitze bedecken, für diese selbst an. Dieß ist ohne Zweifel dem Herrn Fatio begegnet; wahrscheinlicherweise hat er

einen

einen tiefern etwas hervorspringenden Theil des Felsen für den Gipfel der Dole angenommen. Doch dem sey, wie ihm wolle, so ist der Fehler an sich immer so klein, daß diese Messung zu einer neuen Bestätigung der meinigen dienen kann.

645. Am Ende dieses Werks werde ich eine Erzehlung von den Reisen mittheilen, die ich mit meinem Bruder auf die Gebirge von **Faucigny** unternommen habe, vornehmlich um daselbst die **Wärme des siedenden Wassers** zu beobachten. Weil ich dabey stets Barometerbeobachtungen anstellen mußte, so bekam ich dadurch häufige Gelegenheit, meine Regel für die **Höhenmessungen** zu prüfen. Ich will diese Beobachtungen nicht so umständlich, als die vorigen erzählen, sondern mich begnügen, die Resultate anzuführen.

Am 25sten August 1765 reiseten wir von **Genf** aus über **Taninge** und **Sixt**; und den Tag darauf durch die **Granges des Communes**, auf einen Felsen, der den Namen **Grenier** führet. An allen diesen Orten machten wir Barometerbeobachtungen, und schlossen daraus auf ihre **Höhe** über den See. Fünf Jahre darauf haben wir diese Beobachtung an den nämlichen Stellen wiederholet. Hier sind die Resultate von beyderley Beobachtungen.

	Im Aug. 1765		Im Aug 1770	
	Gefundene Höhe	Mittlere Wärme der Luft in Graden meiner Scale	Gefundene Höhe	Mittlere Wärme der Luft in Graden meiner Scale
Taninge	840 Schuh	+ 12	842 Schuh	— 0 1/4
Sixt	1122	— 12	1123	— 28
Granges des Coñunes	3876	+ 1 1/4	3869	— 6
Grenier	6738	o	6718	— 8 1/4

646. Auf unserer letzten Reise stiegen wir höher auf diesem Berge, als das erstemal, da wir am Fuß eines Felsens aufgehalten wurden, den wir für unzugänglich hielten, den wir aber im Jahr 1770 erstiegen, und daselbst das Barometer beobachteten. Dieser Felsen hat den Namen **Grenairon**, und ist die höchste Spitze in diesem Theile des Gebirges: aber er hat gegen **Osten** noch einen höhern Berg hinter sich, dessen Gipfel stets mit Eis bedeckt ist, und den man daher den **Gletscher Buet** nennt. Diesen bestiegen wir im folgenden Monate, beobachteten das Barometer auf seinem Gipfel, und fanden desselben Höhe über den See 8229 Schuh. Wir machten auch eine Beobachtung auf einem kleinen Felsen, der nicht mit Eis bedeckt ist, und fanden seine Höhe über den See 8026 Schuh.

Man sieht diese vier Bergspitzen, den **Gletscher Buet**, den **kleinern Felsen**, den **Grenairon** und **Grenier** sehr deutlich am Ufer des **Sees** nahe bey **Genf** aus einer Entfernung von 13 französischen

fischen Meilen. Wir kamen daher auf den Einfall, die Winkel ihrer scheinbaren Höhen von diesem Ufer aus abzunehmen, um die **Tangenten** derselben mit den durch das Barometer gefundenen wahren **Höhen** zu vergleichen; wobey wir zugleich auf ihre Entfernungen zu sehen hatten, die wir aber sehr genau wußten. Befanden sich die **Höhen** überall in einerley Verhältniß mit den Tangenten, so war dieß ein Beweis, wo nicht der Genauigkeit, doch wenigstens der Regelmäßigkeit unserer Barometermessungen, und wie ich oben gesagt habe, ist die Regelmäßigkeit zugleich ein Beweis der Genauigkeit.

Wir gebrauchten zu Ausführung dieses Vorhabens einen sehr guten Winkelmesser, der einen Schuh im Durchmesser hatte, auch mit Fernröhren und einem **Nonius** versehen war, welcher sehr genau **Minuten**, auch wohl halbe **Minuten** angab. Wir fanden damit vom Ufer des Sees aus folgende Winkel.

Gletscher Buet	2° 29′
Der kleine Felsen	2 25
Grenairon	2 13½
Grenier	2 4

Setzt man die **Tangente** von 2° 29′, die in den Tafeln 4336, 95 ist, gleich 8229 **Schuh**, so erhält man die Höhe des **kleinern Felsen** durch folgende Analogie:

4336,95 : 8229 = 4220,38 (Tang. 2° 25′) : 8008

Man findet also die Höhe des **kleinen Felsen** nur 8008 **Schuh**, da sie das Barometer 8026 giebt. Beide Punkte stehen vom Ufer des Sees ziemlich gleich weit ab.

Als wir auf den Bergen waren, hatten wir den **Gletscher Buet** um etwas über eine Viertelmeile entfernter von **Genf**, als den **Grenairon** geschätzt. Setzt man die Entfernungen gleich, so findet man aus der Verhältniß der **Tangenten** die Höhe des **Grenairon** 7371 **Schuh**. Denn

4336,95 : 8229 = 3885 (Tang. $2^{\circ}\,13\frac{1}{2}'$) : 7371.

Das Barometer gab diese Höhe nur 7223 **Schuh**, welches eine um 3810 **Schuh** geringere Entfernung, als die des **Gletschers Buet** voraussetzt: 3810 **Schuh** aber betragen etwas über eine Viertelmeile. Bey der geringen Wirkung, die dieser Unterschied der Entfernung auf die scheinbare Höhe haben kann, sieht man wohl, daß der Unterschied der Resultate aus den Messungen von beiderley Art nicht groß seyn könne: und dieses dient, die mit dem Barometer gemachte zu bestätigen.

Der **Grenier** und **Grenairon** haben beynahe einerley Entfernung von dem Orte, aus welchem die Winkel gemessen wurden: und also muß die Vergleichung der Messungen für diese beiden Orte besser von statten gehen. Legt man aber die durch das Barometer gefundene Höhe des **Grenairon** zum Grunde, so findet man aus der Verhältniß der **Tangenten** die Höhe des **Grenier** 6710 Schuh. Denn

3885 : 7223 = 3609 (Tang. $2^{\circ}\,4'$) : 6710.

Diese Höhe weicht von der im August 1770 durch das Barometer gefundenen nur um 8 **Schuh** ab; und von dem Mittel aus beiden Beobachtungen um 16 **Schuh**.

647. Ich habe noch einige andere Proben meiner mit dem Barometer gemachten Messungen angestellet; aber für entferntere Orte, deren Unterschie-

de

de der Höhen nicht anders genau geschätzt werden können, als durch die Mittel aus einer gewissen Anzahl von Beobachtungen. Ich will hier nur eine einzige Probe dieser Art anführen, da ich nämlich die Höhe des **Genfersees** über die **Meeresfläche** aus Beobachtungen zu verschiednen Zeiten und an verschiednen Orten bestimmt habe: die andern werde ich in dem Capitel **vom Nivelliren der Straßen durch das Barometer** anführen.

Bestimmung der Höhe des Genfersees über die Meeresfläche durch das Barometer.

Auf meiner Reise nach **Genua**, deren ich schon gedacht habe, blieb ich drey Wochen lang zu **Turin**. Ich machte mir diesen Aufenthalt zu Nutze, indem ich Barometerbeobachtungrn anstellte, da indessen mein Vater zu **Genf** ein mit dem meinigen übereinstimmendes Barometer beobachtete. Da ich von Turin abreisete, ließ ich eines bey Herrn **Lianna** zurück, der die Mühe übernahm, dasselbe eine Zeit lang zu eben den Stunden, die ich mit meinem Vater verabredet hatte, nämlich am Morgen, Mittag und Abend eines jeden Tages zu beobachten.

So erhielt ich genaue Beobachtungen des Barometers und Thermometers für **Turin** und **Genf** vom 31 May bis 31 Julius 1757. Ich fand deren, die in Absicht auf die Zeit genau übereinstimmten, 170, brachte sie in eine **Tafel**, und berichtigte eine jede nach dem Grade der **Wärme**. Aber noch fanden sich die Unterschiede der Barometerhöhen nicht gleich groß, daher ich das Mittel suchte, wofür ich $5\frac{1}{2}$ Lin. fand, um welche das Barometer zu **Turin**

auf dem Fußboden des akademischen Gebäudes höher stand, als das zu **Genf** in meinem Zimmer, welches leztere etwa 50 Schuh über die Fläche der **Rhone** im Sommer, wie sie aus dem **See** ausfließt, erhaben ist. Unter den 170 Beobachtungen fanden sich 70, deren Abweichung vom Mittel nicht über $\frac{1}{3}$ Linie betrug. Die größte Abweichung über das Mittel betrug $1\frac{3}{4}$ Lin., unter demselben $2\frac{3}{8}$ Lin. aber nur wenige wichen so weit ab.

Während der Zeit dieser Beobachtungen betrug der mittlere Grad der **Wärme** an den mit dem Barometer verbundenen Thermometern, + 18 nach der Scale von 80 Theilen, welches nach der, die ich zu den Barometerbeobachtungen bestimmt habe, + 3 ausmacht.

Ich habe zwar den Unterschied der Barometerhöhen angezeigt: aber zur Berechnung sind auch die **absoluten** Höhen nöthig. Die mittlere Höhe betrug zu **Turin** 329 Lin. zu **Genf** $323\frac{1}{2}$ Lin.

Aus diesen übereinstimmenden Barometerhöhen und dem mittlern Grade der Wärme finde ich nach meiner Regel die Stelle des Barometers zu Turin 442 Schuh tiefer, als mein Zimmer in Genf; und 392 Schuh tiefer, als die Fläche der **Rhone**, wo sie den **See** verläßt, im Sommer.

648. Bey meiner Abreise von **Genua** am 24 Jun. ließ ich mein Barometer bey meinem Freunde Herrn **Baux**, der sich daselbst aufhielt, und die Beobachtungen auf einige Zeit übernahm.

Diese daureten bis zum 27 Jul. indeß Herr **Lianna** zu **Turin** beobachtete. Ich verfertigte

darüber eine Tafel, wie über die für Turin und Genf. Ihrer waren 84, und der mittlere Unterschied fand sich 8½ Lin., 20 davon geben beynahe dieß Mittel selbst, und 24 weichen nur um ¼ Lin. ab: die größten Abweichungen betragen 1⅜ Lin. unter, und 1½ Lin. über dem Mittel; sie kommen nicht häufig vor, und ihr Mittel ist ziemlich einerley mit dem Mittel aus allen Beobachtungen.

Da ich mein Barometer in dem Zimmer meines Freundes aufstellte, fand ich es daselbst ¾ Lin. tiefer, als am Ufer des Meers, wo ich es eben beobachtet hatte. Also ist der Unterschied der Barometerhöhen zwischen Turin und der Meeresfläche 9¼ Lin. Die mittlere Wärme während der Beobachtungen, war nach der Scale von 80 Theilen +20, welches nach der zur Berichtigung wegen der Temperatur der Luft bestimmten Scale +7½ beträgt.

Die mittlere Barometerhöhe zu Genua war 28 Zoll 2 Lin. = 338 Lin. Also war sie zu Turin 328¾ Lin. welches nach meiner Regel 734 Schuh = 122 Toisen 2 Schuh für den Unterschied der Höhe zwischen Genua und Turin giebt.

Ich habe zwar oben (550) gesagt, daß es, um den Unterschied der Höhen zweener Standpunkte durch das Barometer zu bestimmen, nicht nöthig sey zu wissen, um wie viel eine davon über die Meeresfläche erhaben sey. Da ich inzwischen dieses von denen Standpunkten, an welchen ich die meisten Beobachtungen gemacht habe, angeben kann, so habe ich für dienlich gehalten, es hier beyzubringen.

Die Höhe von Turin (2 Schuh über das Pflaster der Straße der Akademie) über die Meeresflä-

che, ward oben gefunden 734 Schuh
Mein Zimmer zu **Genf** über **Turin** 442

Also mein Zimmer über die **Meeres-**
fläche 1176 Schuh

Mit der **Wasserwage** fand ich an dem Thurme der **Peterskirche** einen Punkt, der der gemeinschaftlichen Grundfläche aller meiner Standpunkte im Gebirge **Saleve** horizontal gegenüber stand: ferner fand ich durch Messung des Thurms und Nivellirung von seinem Grunde an, die Höhe dieser Grundlinie über mein Zimmer ohngefehr 94

Also ist die Grundfläche, auf welche ich die Höhen aller meiner Standpunkte auf dem Gebirge **Saleve** bezogen habe, über die **Meeresfläche** erhaben um 1270 Schuh

Ich habe oben gesagt, daß die Stelle meines Barometers zu **Genf** ohngefehr 50 Schuh höher, als die Fläche der **Rhone** sey, wo sie aus dem **See** tritt. Zieht man diese 50 Schuh von 1176, als die Höhe dieser Stelle über die **Meeresfläche**, ab, so bleiben 1126 Schuh für die Höhe der **Rhone** über die **Meeresfläche**, nach den erwähnten Beobachtungen.

649. Dreyzehn Jahre nach dieser ersten Bestimmung der Höhe des **Genfersees** über die **Meeresfläche** mußte ich mich einige Zeit zu **Beaucaire** aufhalten, und gedachte dabey diese Messung zu prüfen.

prüfen. **Beaucaire** liegt am Ufer der **Rhone**, nahe am **Meere**, und die **Rhone** hat von da aus bis an ihre Mündung so wenig Abfall, daß die Kähne mit Seegeln herauffahren können.

Ich brachte also mein Barometer dahin, und beobachtete es vom 11 bis zum 30 Jul. am Morgen, Mittag und Abend jedes Tages, an welchem es möglich war. Durch mehrere Beobachtungen fand ich die Stelle meines Barometers 42 Schuh höher, als die Fläche der **Rhone**, die damals sehr hoch stand. Mein Vater beobachtete indessen zu **Genf** in seinem Zimmer, welches ich 78 Schuh höher fand, als die Fläche des **Sees** zu dieser Jahrszeit.

Ich schloß die mittlere Barometerhöhe zu **Beaucaire** aus meinen Beobachtungen 28 Zoll, $3_{\text{I}}\frac{1}{6}$ Lin. und zu Genf aus gleichzeitigen Beobachtungen 27 Zoll $0_{\text{I}}\frac{9}{6}$ Lin. Die mittlere Wärme der Luft fand ich aus dem Mittel der mittlern Wärmen zu **Beaucaire** und **Genf**, die zu gleicher Zeit mit den Barometerhöhen waren beobachtet worden, — $3\frac{1}{2}$ meiner Scale.

Der mittlere Unterschied der Barometerhöhen findet sich also $14\frac{1}{2}$ Lin., er ist aus 50 übereinstimmenden Beobachtungen gezogen, deren 12 denselben genau geben, 15 nicht über $\frac{1}{2}$ Lin. davon abweichen, eine einzige 1 Lin. weniger, und eine einzige $1\frac{3}{6}$ Lin. mehr giebt.

Die Berechnung des Mittels aus diesen Beobachtungen giebt 1131 Schuh

Hierzu die Höhe des Barometers zu Beaucaire über die Fläche der Rhone gerechnet 42

1173

Und die Höhe des Barometers zu Genf über die Fläche des Sees abgezogen 78

bleibt für die Höhe des Sees über die Fläche der Rhone zu Beaucaire 1095 Schuh

Diese Höhe ist um 31 Schuh geringer, als die 1757 gefundene Höhe des Sees über die Meeresfläche. Also muß die Rhone von Beaucaire bis an das Meer noch 31 Schuh Abfall haben.

Dieser Schluß weicht wahrscheinlicherweise nicht viel von der Wahrheit ab. Durch Beobachtungen am Ufer der Rhone zu Avignon, auf meiner Reise von da aus nach Beaucaire und zurück, habe ich den Abfall der Rhone von Avignon bis Beaucaire ohngefehr 34 Schuh gefunden. Diese Beobachtungen will ich nebst vielen andern längst der Rhone angestellten im Capitel vom Nivelliren der Strassen mittheilen. Nun ist es zwar etwas weiter von Beaucaire an das Meer, als von Avignon nach Beaucaire: allein die Rhone ist auch in dem letztern Striche weit schneller. Von Beaucaire aus kann man sogar nur bis Arles einigen Abfall bemerken. Denn von Arles bis an die Mündung geht der Fluß zwischen der Camargue und der Crau, zween durch den abgesetzten Schlamm entstandnen Flächen, ganz horizontal bloß durch den

Druck

Druck des nachtreibenden Wassers, und die einmal mitgetheilte Bewegung fort.

Ich kann also meine zu **Beaucaire** angestellten Beobachtungen als eine Bestätigung derer ansehen, die dreyzehn Jahre vorher zu **Genua** gemacht waren; und folglich als einen neuen Beweis der Genauigkeit meiner Regel für die Höhenmessungen mit dem Barometer, selbst für weit entlegne Orte.

Im folgenden Capitel will ich einige andere Folgerungen anzeigen, welche sich aus meinen an der **Meeresfläche** gemachten Beobachtungen herleiten lassen.

Sieben-

Siebentes Capitel.

Allgemeine Folgen aus den am Ufer des Meers gemachten Beobachtungen.

650. Aus meinen Beobachtungen **am Ufer des Meers**, und vornehmlich aus denen, die ich auf dem **Leuchtthurme** zu **Genua** gemacht habe, fließen verschiedne Folgen, die man ohne Zweifel vorausgesehen hat, die ich aber doch ausdrücklich erwähnen muß. Fürs erste beweisen sie, daß die **Dichte** der **Luft** am Ufer des Meers nicht so groß sey, als man bisher aus solchen Beobachtungen, die nicht alle erforderlichen Eigenschaften hatten, hat schließen wollen. Die Herren **Cassini**, **Mariotte**, **Scheuchzer** und viele andre haben geglaubt, man dürfe sich nur 60 bis 64 Schuh über die **Meeresfläche** erheben, wenn das Queckſilber im Barometer um eine Linie fallen sollte. Man sieht aber aus meinen Versuchen, für deren Richtigkeit ich stehe, daß man 80 Schuh steigen müsse, um so viel Fall des Queckſilbers zu erhalten.

651. Die vornehmste Bemerkung aber ist diese, daß man weder am **Ufer des Meers**, noch an irgend einem andern Orte durch eine absolute und unveränderliche Zahl bestimmen kann, wie groß die Höhe der Luftsäule sey, die mit einer Linie Queckſilber im Gleichgewicht steht, indem diese Höhe von dem Grade der Wärme, und dem veränderlichen Druck der obern Luftsäule abhängt.

652. Z. B. am Ufer der **Nordsee**, und schon bey dem Grade der **Kälte**, den daselbst die Mitglie-

der

der der Akademie beobachtet haben, als sie den Bogen des Mittagskreises messen wollten, d. i. bey — 37 der Scale von 80 Theilen, oder — 125 der meinigen, braucht es, wenn das Barometer auf 29 Zoll steht, nur 56 Schuhe hoch Luft, um eine Linie Quecksilber zu erhalten. Dagegen waren in eben der Horizontalfläche zu Senegal, wo das Reaumurische Thermometer auf +39 stand, (welches nach der Scale des Queckſilberthermometers von 80 Theilen (448 b) etwa +36, und nach der meinigen $+44\frac{2}{3}$ giebt), da das Barometer auf 28 Zoll stand, ohngefehr 85 Schuh in diesem Grade ausgedehnter Luft nöthig, um einer Linie Queckſilber das Gleichgewicht zu halten.

653. Dieß ist die Hauptursache des beträchtlichen Unterschiedes, welcher sich zwischen den verschiednen Regeln findet, die ich im ersten Theile dieses Werks gesammlet habe. So haben z. B. die Herren **Mariotte** und **Scheuchzer** der Erfahrung nicht Gnüge geleistet, indem sie bey einer richtigen Theorie über die Verdichtung der Luft durch den Druck der obern Schichten, von einem allzukleinen ersten Gliede ausgiengen: so haben die Herren **Maraldi**, **Cassini** und **Bernoulli** sich eingebildet, die Luft verdichte sich nicht in der Verhältniß der drückenden Kraft, weil sie die Richtigkeit dieses ersten Gliedes am **Ufer des Meers** nicht in Zweifel zogen, und doch aus Versuchen auf großen Höhen fanden, daß die harmonische Reihe nicht schnell genug wachse, um mit demselben übereinzustimmen.

654. Ich ziehe aus meinen Beobachtungen am **Ufer des Meers** noch einen zweyten Vortheil. Da sie an der gemeinschaftlichen Grundfläche aller Höhen auf der Erdkugel gemacht sind, so zeigen sie,

daß

daß meine Formel für die Höhenmessungen mit dem Barometer, ob sie gleich aus Beobachtungen auf einer erhabnern Grundfläche hergeleitet ist, sich dennoch auch auf niedrigere Orte anwenden lasse. Wenn ich nun noch die auf den Bergen von Saucigny gemachten Beobachtungen dazu nehme, so folgt, daß ich nach dieser Methode Höhen von 1560 Toisen, und dieß unter sehr verschiednen Himmelsstrichen, mit ziemlicher Genauigkeit gemessen habe. Ich kann also mit Wahrscheinlichkeit glauben, daß diese Methode allgemein sey, und daß sie sich auf alle Höhen, zu denen man kommen kann, anwenden lasse.

655. Die Folge wird mir Gelegenheit geben, diese Schlüsse zu bestärken. Ich werde meine Regel auf Beobachtungen anderer Naturforscher anwenden, welche unter sehr entfernten und von dem unsrigen sehr unterschiednen Himmelsstrichen angestellt sind. Inzwischen würde ich mit Vergnügen sehen, wenn man dergleichen Beobachtungen unter allen Himmelsstrichen anstellte. Dieß würde ein sicheres Mittel seyn, sich der Vollkommenheit noch mehr zu nähern: weil man alsdann die Wirkungen eines noch weit größern Unterschieds in den Ursachen, die auf die Dichte der Luft, und ihre Verhältniß in verschiednen Höhen wirken, würde wahrnehmen und vergleichen können.

Soll aber diese neue Arbeit in der That nützlich werden, so muß man die Vorsicht auf allen Seiten vermehren. Dieß ist eine gemeinschaftliche Bedingung bey allen Messungen, die durch Schlüsse vom kleinen aufs große führen. Wenn ich den Astronomen auf seiner Sternwarte die Entfernungen der Himmelskörper mit den fast unmerklich kleinen Abtheilungen

theilungen seiner Werkzeuge vergleichen, wenn ich den Geographen aus der Stellung des Fernrohrs auf dem Limbus seines Quadranten und der Stunde seiner Penduluhr auf die Lage der Oerter schließen sehe: so scheue ich mich nicht mehr, die kleinen Scalen des Barometers und Thermometers zur Ausmessung der Höhen vorzuschlagen. Ich berufe mich vielmehr auf den Astronomen und Geographen, die uns sagen sollen, ob sie ihre Kunst auf einmal zur Vollkommenheit gebracht haben, und ob ihnen die Genauigkeit des Mathematikers ohne die Geschicklichkeit des Künstlers und Beobachters großen Nutzen würde geleistet haben.

So wird man auch die Messung, die ich vorschlage, nicht befördern, sondern ihr vielmehr schaden, wenn man nicht bey neuen Untersuchungen alle Sorgfalt, welche zu Versuchen dieser Art nöthig ist, anwendet. Man wird in den folgenden Capiteln sehen, wie viel dabey noch zur Vollkommenheit fehle.

Niemand bezweifelt den Nutzen einer leichten und genauen Art, zugängliche Höhen zu messen: auch weiß man, zu wie vielen Absichten es in der Naturlehre nothwendig sey, die Veränderungen der Atmosphäre zu kennen. Man kann also die Barometer- und Thermometerbeobachtungen, von dieser Seite betrachtet, unter diejenigen zählen, welche die größte Aufmerksamkeit der Naturforscher verdienen.

Achtes Capitel.

Schwierigkeiten, welche bey der Höhenmessung mit dem Barometer noch übrig bleiben: besonders in Absicht auf die genaue Bestimmung der Wirkungen der Wärme auf die Dichte der Luft.

656. Die erste Ungewißheit bey den Barometerbeobachtungen rührt von dem Barometer selbst her. Ich habe oben gesagt (397), daß sich aller meiner Verbesserungen dieses Werkzeugs und aller Sorgfalt im Beobachten ungeachtet oft $\frac{1}{16}$, ja sogar $\frac{1}{8}$ einer Linie Unterschied der Höhe bey Barometern findet, welche sonst mit einander übereinstimmen.

Gewiß rührt ein großer Theil dieser Abweichungen von der Unvollkommenheit der **Röhren** her (398). Vielleicht trägt auch dazu die Beschaffenheit des Queckſilbers etwas bey: denn ich habe nie aus Zinnober wiederhergestelltes Queckſilber gebraucht, welches vielleicht flüßiger seyn würde. Kurz, ich glaube, diese Abweichungen kommen vom Anhängen des **Queckſilbers** an das **Glas**, oder von einer Verschiedenheit der Anziehung gegeneinander in verschiednen Theilen der **Röhre** her.

Diese Schwierigkeit scheint mir nicht unüberwindlich. Welchen Grad der Vollkommenheit hat man nicht auf einmal den Fernröhren gegeben, da man auf die Natur des dazu gebrauchten **Glases** aufmerk-

aufmerksamer ward? So kann man wohl auch ein Glas von gleichartigern Theilen und glätterer Oberfläche finden: vielleicht auch Röhren, die eine genauer cylindrische Gestalt haben, und Queckſilber von mehrerer Reinigkeit und Flüßigkeit. Alsdann würden sich die in solche Röhren eingeschlossenen Queckſilbersäulen bloß nach dem Drucke der Luft und nach der Wärme richten, oder wenigstens würde der Widerstand überall von gleicher Größe seyn.

Man würde durch diese Verbesserung des Barometers schon sehr viel erhalten. Seine Fehler waren ein Hinderniß der Entdeckung so vieler Ursachen, die in die Barometerbeobachtungen wirken. Schon durch die von mir angebrachten Verbesserungen habe ich diese Ursachen größtentheils entdeckt. Nun kömmt es noch darauf an, die Gesetze, nach denen sie wirken, genauer zu bestimmen; wozu man weit sicherer wird gelangen können, wenn das Barometer selbst keine Fehler mehr in die Beobachtungen bringet.

657. Eins der wichtigsten Stücke, die man zu bestimmen hat, ist der Einfluß der **Wärme** auf die **Dichte** der freyen **Luft**, die durch ihre eigne Schwere verschiedentlich zusammengedrückt wird. Aus den beträchtlichen Veränderungen, die ich wegen der verschiednen Wärme der Luft mit den unmittelbar aus dem Queckſilberfalle gefundenen Höhen habe vornehmen müssen, kann man sehen, wie nöthig es sey, die Wirkungen dieser Ursache genau zu kennen. Der Grad der Gleichförmigkeit, auf welchen ich gekommen bin, zeigt zugleich, daß ich diese Absicht beynahe erreicht habe. Inzwischen bleiben noch viele Schwierigkeiten zurück.

Die erste liegt in der Art zu beobachten selbst, und scheint mir die größte zu seyn. Man kann selten darauf rechnen, daß die **Wärme**, die das freyschwebende Thermometer in dem höchsten Standpunkte angiebt, der **Wärme** der **Luft** gleich seyn werde, die sich in eben dieser Höhe gerade über dem untern Standpunkte befindet. Und dennoch ist dieß eine zur Genauigkeit nothwendige Bedingung: denn man schließt aus der Beobachtung des obern Thermometers auf die mittlere Wärme der senkrechtstehenden Luftsäule, die sich über dem untern Standpunkte bis an die Horizontalfläche des obern erhebet.

658. Aber gesetzt auch, man könnte durch Beobachtung des Thermometers an den beiden Standpunkten, den Grad der **Wärme** an beiden Enden der Luftsäule, die man messen will, genau erfahren, so bleibt doch noch übrig, zu wissen, ob die Verminderung der Wärme von unten nach oben in arithmetischer Reihe fortgehe, wie ich dieß bey meiner Rechnung der Bequemlichkeit halber annehme. Wenn der Unterschied der Wärme an zween Orten von verschiedner Höhe beständig gleich groß wäre, oder sich wenigstens nach einem bestimmten Gesetz veränderte, so wäre es leicht, das Gesetz der Verminderung der Wärme von unten nach oben zu entdecken. Allein ich habe hier nichts beständiges finden können; und um dieß zu beweisen, habe ich der Anzeige meiner Beobachtungen die **Wärme** in der Pläne und auf dem Berge mit beygefügt, deren halbe Summe ich für die mittlere Wärme der ganzen Luftsäule angenommen habe.

659. Die dritte Ursache der Ungewißheit in Bestimmung der Wirkungen der **Wärme** ist die Trägheit

heit der Luft, so beweglich sie auch immer im Vergleich mit andern Körpern seyn mag. Wenn an einem Orte die Wärme zunimmt, und die Luft sich auszudehnen strebt, so kann sie die benachbarte Luft nicht sogleich verjagen: es ist einige Zeit nöthig, ehe sich das Gleichgewicht herstellt: und während dieser Zeit ist die Dichte der Luft größer, als sie der beobachteten Wärme nach seyn sollte. Das Gegentheil erfolgt, obschon nicht so merklich, wenn die Wärme abnimmt, und da diese Abwechselungen sehr häufig geschehen, so nimmt die Luft nur sehr selten den Raum wirklich ein, den sie nach den allgemeinen Regeln, die aus allen Beobachtungen zusammen gezogen werden, einnehmen sollte.

Dieß muß nun bey Höhenmessungen mit dem Barometer die Höhen zu groß geben, wenn die Wärme zunimmt, und zu klein, wenn sie abnimmt. Denn im ersten Falle ist der gemessene Theil der Luftsäule in der That dichter, als ihn die Regel annimmt, im zweyten aber verdünnter.

Vielleicht ist dieß die Ursache, warum mir meistentheils die Beobachtungen, die zur wärmsten Stunde des Tages gemacht sind, die Höhen zu groß gegeben haben (596); und vielleicht trägt eben dieß auch dazu etwas bey, daß die gegen Aufgang der Sonne gemachten (zu welcher Zeit die Wärme schnell abzunehmen pflegt) dieselben zu klein geben.

Diese Wirkungen werden merklicher, wenn die Veränderungen der Wärme schneller sind, und wenn an einem Orte aus besondere Ursachen, die Wärme stärker, als an den benachbarten, wirkt. Auch müssen sie in den Thälern stärker seyn, als an Orten, wo die Luft freyer ist.

660. Ich habe noch eine Ausnahme von der allgemeinen Regel bemerkt, die der vorigen gewissermaßen entgegengesetzt ist: daß nämlich innerhalb eines Raumes von ohngefehr 200 Schuhen über der Erdfläche, sie liege, so hoch sie wolle, die Wirkungen der Wärme auf die Luft größer sind, als die Regel anzeigt. Diese Abweichung schreibe ich den Dünsten zu, auf welche die Wärme stärker, als auf die reinere Luft wirket. Es ist aber dabey so wenig beständiges, daß ich es unmöglich gefunden habe, Regeln dafür zu geben. Ueberdieß gehören auch sehr große Veränderungen der Wärme dazu, um ihre Wirkungen auf so kleine Luftsäulen wahrzunehmen.

661. Endlich müßte man, um die Wirkung der Wärme auf die Dichte der Luft durch das Queckfilberthermometer genau zu bestimmen, die Verhältniß der Gesetze genau kennen, nach welchen Luft und Queckfilber durch die Wärme geändert werden. Diese Schwierigkeit ist von anderer Art, als die vorigen: ich glaube, sie würde sich, obgleich nicht ohne große Mühe, heben lassen.

Dieß würde aber nicht durch einige wenige Versuche mit eingeschlossener Luft geschehen können. Auf diese würde man wegen der Federkraft und der fremden Theilchen, die sich mit ihr vermischen, nicht rechnen dürfen, wie ich schon in meinen Anmerkungen über das Thermometer des Herrn Amontons (421) gezeigt habe. Ueberdieß kann man auch nicht sicher vom kleinen aufs große schließen. Dieß Verfahren ist gut, wenn man einen Gegenstand noch gar nicht kennet, alsdann führt es zu den ersten Aufklärungen und Begriffen. Hier aber kömmt es auf Erreichung der Vollkommenheit an, zu der man nicht anders gelangen

langen wird, als wenn man die Wirkungen der Wärme in der Atmosphäre selbsten aufsucht.

662. Eine von den Vergleichungen, die ich mit meinen Beobachtungen auf **Saleve** anstellte, zeigte mir die mittlere Veränderung, die die Dichte der Luft für einen Grad des Queckſilberthermometers erlitten hatte, d. i. die durch dieſe Veränderung der Wärme entſtandene mittlere Veränderung der Verhältniß der **Höhen der Luft** zu dem **Fallen des Queckſilbers** im Barometer. Dieſe Veränderung ward anfänglich durch die Anzahl der **Schuhe** oder **Zolle** ausgedrückt, die man an jedem Standpunkte zu der gefundenen Höhe addiren, oder davon abziehen mußte, und welche für 1 Grad Veränderung am Thermometer über oder unter einem (588) angenommenen Punkte ihre beſtimmte Größe hatte. Durch eine andere Vergleichung eben dieſer Beobachtungen fand ich, daß ſich dieſe Veränderung nicht durch eine beſtändige Größe ausdrücken ließ, wenn auch die Grade des Thermometers einander gleich waren: ſondern daß die Größen, welche man für die Grade des Thermometers über dem angenommenen Punkte zu der gefundenen Höhe hinzuſetzen mußte, kleiner wären, als die, welche man für Grade unter dieſem Punkte abzuziehen hätte. Oder ich fand überhaupt, daß die **abſolute** Größe dieſer Veränderungen für gleiche Grade der Ausdehnung des Queckſilbers im Thermometer nach und nach abnehme (601).

Bisher ſtimmte noch alles mit der Vorausſetzung überein, daß die Ausdehnungen der Luft und des Queckſilbers durch die Vermehrungen der Wärme einerley Geſetzen folgten. Denn auch im Thermometer werden gleiche Queckſilbervolumina, welche gleiche Grade

ausmachen, nach und nach weniger schwer: und aus der Verhältniß der Schwere der **Luft**- und **Quecksilbersäulen**, die einander das Gleichgewicht halten, schließt man von der gegebnen Höhe der letztern, auf die Höhe der erstern (603).

Ich hatte also so viele Ursachen kleiner Fehler in den Beobachtungen bemerket, daß ich nicht hoffte, das wahre **Gesetz** der Ausdehnung der **Luft** entdecken, und mit dem Gesetz der Ausdehnung des **Quecksilbers** vergleichen zu können. Doch vielleicht war ich durch die Arbeit, die mir die verschiednen Arten der Vergleichung so vieler Beobachtungen gemacht hatten, allzusehr ermüdet, und gab die Hoffnung, in meiner Untersuchung glücklich zu seyn, allzuzeitig auf. Dem sey nun wie ihm wolle, so blieb ich bey folgendem stehen. Ich sahe, daß die berechneten Höhen um desto kleiner wurden, je größer die Wärme war: ich begnügte mich also damit, die Berichtigung wegen der Wärme den berechneten Höhen proportional zu machen: so wurden zugleich die **absoluten** Veränderungen dieser Höhen für jeden Grad des Thermometers desto kleiner, je mehr die Wärme zunahm. Noch aber habe ich nicht entdecken können, ob das Gesetz, das diese Berichtigung voraussetzt, genau dasjenige sey, nach welchem die Luft durch die Wärme verändert wird. Ich will die Schwierigkeiten anzeigen, die ich bey dieser Untersuchung gefunden habe.

663. Ich will zuerst durch eine **Formel** die Regel ausdrücken, die ich gebraucht habe, um die auf diese Art für die Wärme berichtigten Barometerhöhen zu berechnen.

Um

Um diese Formel zu verstehen, muß man sich erinnern, daß, wenn die **Wärme** der **Luft** nach meinem Thermometer o ist, der **Unterschied der Logarithmen der Barometerhöhen**, den **Unterschied der Höhen der Beobachtungsorte in Tausendtheilen der Toise** ausdrücke (588); und daß die Grade meines Thermometers so groß sind, daß ein Grad in der Nähe der o, $\frac{1}{500}$, oder ein halber Grad $\frac{1}{1000}$ Veränderung im Volumen der Luft anzeigt (609). Dieses vorausgesetzt, sey

a die Zahl der **halben Grade** meines Thermometers mit + oder —, nachdem sie über oder unter o gehen.

b die an einem gewissen Standpunkte beobachtete, und

c die zu gleicher Zeit an einem niedrigern Standpunkte beobachtete Barometerhöhe;

so läßt sich die Regel, die ich gebrauche, um den Unterschied der Höhen beider Standpunkte in **Toisen** zu haben, auf folgende **Formel** bringen

$$\frac{\log. c - \log. b \pm \frac{(\log. c - \log. b) \times a}{1000}}{1000}$$

Aber ist wohl diese Regel genau? Ich habe einigemal gehofft, diese Frage beantworten zu können, aber allezeit hat eine neue physikalische Betrachtung meine Rechnungen umgestoßen. Die Menge von Umständen, die man bey dieser Untersuchung beständig vor Augen haben muß, erfordert, daß man sie auf einmal und ohne Unterbrechung ausführe, welches zu thun mir nie möglich gewesen ist.

Ich gedachte anfänglich durch die Theorie zu suchen, was man wegen der **Wärme** der **Luft** für eine Berichtigung der Barometerbeobachtungen vornehmen müsse, wenn ihre Resultate für einerley Orte einerley bleiben sollten. Ich wollte dabey annehmen, daß die Ausdehnungen der **Luft** und des **Quecksilbers** durch die **Wärme** in einerley Verhältnissen fortgiengen, und endlich die Berichtigung, die ich finden würde, mit der angenommenen, und vornehmlich mit meinen Beobachtungen vergleichen.

Da die **Unterschiede der Höhen**, in welchen man das Barometer beobachtet hat, den **Unterschieden der Logarithmen** der beobachteten Barometerhöhen proportional sind, und **Unterschiede der Logarithmen** bey Zahlen, die einerley Verhältniß haben, einander gleich sind; so könnte man allezeit durch das Barometer bey jedem Grade der Wärme einerley **Unterschied der Höhe** für zween gegebne Orte finden, wenn man die daselbst beobachteten Barometerhöhen in diejenige Verhältniß setzen könnte, die sie bey einem bestimmten Grade der **Wärme** haben würden.

Hierbey ist die erste Frage, welche von beiden Barometerhöhen man verändern solle, um unter ihnen die durch die verschiedne **Wärme** geänderte **Verhältniß** wieder herzustellen? Ich glaube, man müsse diejenige verändern, welche am niedrigsten Orte gefunden worden ist. Denn wir wollen die **Dichte** der **Luft** wissen, welche durch den **Druck** entsteht. Nun wird die Größe des **Drucks** durch die Höhe der Queckſilbersäule bestimmt, welche am höchsten Orte im Barometer erhalten wird; die Ursache, welche der Luft das durch diese Säule vorgestellte **Gewicht** giebt, sey, welche sie wolle. Dieß ist also ein

unver-

unveränderliches Datum der Aufgabe. Die Wirkung der Wärme aber, die wir zu betrachten haben, äußert sich bloß in der Dichte der zwischen beiden Standpunkten enthaltnen Luftsäule, und also in der Barometerhöhe des untern Standpunktes, deren Unterschied von der am obern durch den **Druck** dieser **zwischenliegenden** Luftsäule hervorgebracht wird. Hieraus folgt, (wenn man die Federkraft der Luft und ihre Wirkung in die durch die Wärme verursachten Veränderungen aus den Augen setzt), daß die Barometerhöhen *c* folgendergestalt verbessert werden müssen: $c \pm \frac{(c - b) \times a}{1000}$. Ich will mich mit dem Beweise dieses Satzes nicht aufhalten.

664. Aber diese Formel setzt voraus, daß die Wirkung der Wärme auf die zwischenliegende Luftsäule, bloß in einer durchgängig gleichförmigen Veränderung der **Dichte** bestehe. Da aber die Luft **elastisch** ist, und ihre Theile auf einander drücken, so haben die Veränderungen der **Dichte** in den obern Theilen Einfluß auf die **Dichte** der untern. Also wird die **Dichte** der untern auf zweyerley Art verändert; einmal durch den unmittelbaren Einfluß der Wärme, das anderemal durch die Veränderung des Drucks, den sie von den obern Theilen, deren Dichte sich ebenfalls ändert, erleiden. Diese letzte Ursache strebt die Wirkung der erstern zu vermehren, folgt aber einem andern Gesetze, wodurch die Aufgabe schon verwickelt wird.

Und wenn es wahr ist, was Herr **Amontons** glaubt wahrgenommen zu haben (421 p, 434 d), daß sich die Wirkungen der **Wärme** auf die **Luft** nach der Verhältniß der **Kraft**, von der sie zusammenge-

mengedrückt wird, ändern, so ist dieß wiederum ein neuer Umstand, dem man Gnüge leisten muß. Alsdann ist es nicht mehr hinreichend, auf die Unterschiede der Barometerhöhen zu sehen, sondern es müssen diese Höhen selbst in Betrachtung gezogen werden. Und überdieß muß man die Wirkung der Wärme auf den Druck, den die Theile der zwischenliegenden Luftsäule ausüben, auf eine doppelte Art betrachten.

Es ist aber auch noch nicht genug, die Aufgabe mathematisch aufzulösen, sondern man muß sich von dem wirklichen Daseyn und der Richtigkeit der angenommenen physischen Ursachen überzeugen. Wie soll man aber sogleich entdecken, ob die Wirkung der Wärme auf die Luft sich wirklich in der Verhältniß der drückenden Kraft ändert, und was für einem Gesetze die dadurch verursachten Ausdehnungen der Luft im Vergleich mit immer gleichbleibenden Ausdehnungen des Queckſilbers folgen? Wie soll man dieß durch Beobachtungen finden, die durch den Einfluß so vieler andern Ursachen verändert werden?

Dieß nun sind die Quellen der Schwierigkeiten, die mir diese Untersuchung um so viel beschwerlicher machten, da ich bey jedem neuen Versuche die große schon so oft berechnete Anzahl von Beobachtungen wiederum aufs neue hätte berechnen müssen. Ich begnügte mich also damit, die Mittel aus derselben nach den verschiednen Arten, welche eine Verschiedenheit in den Formeln geben konnten, zu verbinden, und bisher habe ich unter diesen Verbindungen noch keine gefunden, die die Regelmäßigkeit der Resultate so augenscheinlich vermehrt hätte, daß ich ihr die einfache

fache im obigen vorgeschlagne Formel hätte aufopfern sollen. Freylich habe ich auf diese Untersuchung nicht die gehörige Zeit verwenden können: daher ich auch meine Versuche nicht umständlich erzehlen will. Ich habe hier nur die Ursachen der Ungewißheit anzeigen wollen, welche noch bey der Bestimmung der Wirkung der Wärme auf die Dichte der Luft übrig bleibt. Außer den vielen in diesem Capitel erklärten giebt es noch eine von sehr ausgebreiteten Folgen, die ich also besonders im folgendem Capitel abhandlen will.

Neun-

Neuntes Capitel.

Versuch über die vornehmste Ursache der Barometerveränderungen an einerley Orte: ihr Einfluß auf die Beobachtungen des Barometers zu Höhenmessungen. Erklärung der vornehmsten Erscheinungen, die diese Veränderungen begleiten.

665. Ich will in diesem Capitel von einer Ursache reden, welche der genauen Bestimmung der Wirkungen der **Wärme** auf die **Dichte** der **Luft** wahrscheinlicher weise die größten Schwierigkeiten entgegensetzt, und also etwas weitläuftiger abgehandlet zu werden verdient.

Einige meiner Beobachtungen auf **Saleve** haben mich auf die Gedanken gebracht, daß die Ursache der Barometerveränderungen nicht allezeit gleich stark auf die ganze Höhe der Atmosphäre wirke. Wenn man die Beobachtungen für einen und eben denselben Tag an allen Standpunkten auf **Saleve** untersucht, so wird man bisweilen finden, daß sie in den tiefern Standpunkten die Höhe zu groß geben, daß dieser Unterschied sich vermindert, je mehr sich die Standpunkte erheben, und daß er endlich oben auf dem Berge sogar ins entgegengesetzte übergeht. Für andere Tage geben die untern Beobachtungen die Höhe zu klein, und dieser dem erstern entgegengesetzte Unterschied vermindert sich ebenfalls in den höhern Standpunkten, und geht bisweilen ins Gegentheil über. Die

Beobachtungen vom 25 Merz 1760 sind ein Beyspiel des ersten, und die vom 8 Jun. 1758 des andern Falles. Man findet noch mehr ähnliche Beyspiele, die zwar weniger in die Augen fallen, aber doch immer die Wirkung einer besondern Ursache zu erkennen geben.

666. Diese Veränderung der Verhältnisse der **Dichten** der Atmosphäre hat mich auf die Gedanken gebracht, daß die Luft in der Gegend der **Dünste** Abwechselungen der Ausbreitung und Verdichtung erleide, die von den allgemeinen Gesetzen unabhängig sind, und also Ausnahmen von denselben machen. Hätte ich sogleich vom Anfange meiner Untersuchungen alle die Plane zu Beobachtungen machen können, die mir Nachdenken und Erfahrung nachher an die Hand gegeben haben, so würde ich vielleicht etwas bestimmteres über den Einfluß dieser Ursache haben entdecken können. Aber ich sahe diese Möglichkeit erst, nachdem ich alle die erzehlten Beobachtungen angestellt hatte. Ich will also jetzt nur das untersuchen, was diese Beobachtungen angeben, die übrigens ohne die geringste Rücksicht auf diesen Umstand gemacht worden sind.

667. Die Methode, nach welcher ich den Fall des Queckſilbers im Barometer berechne, setzt voraus, daß die succeßiven Veränderungen der Queckſilbersäule an einerley Orte durch gerade so eine Ursache entstehen, wie diejenige ist, die diese Säule verlängert oder verkürzet, wenn man in der Atmosphäre ab oder aufsteiget (549); d. i. ich betrachte die Veränderung, die sich in der Federkraft und Dichte der Luft zuträgt, wenn das Queckſilber im **stillstehenden** Barometer fällt, als einerley mit derjenigen, die sich ereignen würde, wenn man das Barometer

rometer an einen höhern Ort trüge: und so auch umgekehrt.

Soll aber diese Art zu rechnen genau seyn, so muß die Verminderung des Drucks der Luft an einem und eben demselben Orte durch den Abgang eines Theils der Luftsäule geschehen, der mit dem ganzen genau von einerley Beschaffenheit ist. Inzwischen kann man leicht begreifen, daß die specifische Federkraft des abgehenden Theils größer oder kleiner seyn könne, als die mittlere Federkraft der ganzen Säule; und sollte dieß Statt finden, so muß auch dieser Unterschied in Betrachtung gezogen werden. Z. B. wenn der abgehende Theil mehr specifiische Federkraft hat, als das Ganze nach seinem Abgange, so wird dieß Ganze dadurch weniger elastisch, und folglich dichter, als es vorher war: so daß eine Säule desselben, die mit einer andern Säule des vorigen Ganzen gleich schwer ist, bey einerley Druck dennoch weniger Länge hat. Ich kam zu spät auf diesen Einfall, als daß ich unmittelbare Versuche darüber hätte anstellen können; inzwischen hoffe ich doch denselben durch eine Anwendung auf meine Beobachtungen einigermaßen zu bestätigen.

668. Da mir meine Beobachtungen selbst zeigten, die Luft könne gar wohl solchen Mischungen unterworfen seyn, die ihre Federkraft veränderten, so betrachtete ich sie aus diesem Gesichtspunkte: nahm die **Tafeln** vor mich, in welchen ich die Beobachtungen nach ihren Resultaten geordnet hatte (592), und bemerkte, daß diejenigen, welche die Höhe zu groß gaben, gemeiniglich den geringsten Höhen des Barometers in der Pläne zugehörten. Da es aber

hiebey

hiebey noch viele Ausnahmen gab, so sahe ich, daß ich jetzt nur Wahrscheinlichkeit, nicht Gewißheit suchen dürfe.

In dieser Absicht ordnete ich alle meine Beobachtungen von neuem nach den Barometerhöhen in der Pläne, und setzte für jeden Standpunkt die kleinsten Barometerhöhen zuerst. Hierauf addirte ich besonders die obern und untern Hälften der Columnen, welche die durch die Rechnung gefundenen Höhen enthielten. Durch diesen ersten Versuch fand ich, daß überall, den ersten, 13ten und 14ten Standpunkt ausgenommen, die Summe der obern Hälften dieser Columnen, welche den kleinsten Barometerhöhen in der Pläne zugehörten, größer war, als die Summe der untern Hälften, welche die Beobachtungen enthielten, die bey einem höhern Stande des Barometers gemacht waren.

669. Auf diese erste Untersuchung folgte eine zweyte. Man sieht aus meinen Beobachtungen, daß die durch die Rechnung gefundene mittlere Höhe bey manchen Standpunkten größer, bey andern kleiner als die wirkliche Höhe ist. Ich wollte daher untersuchen, ob dieser Unterschied eine Beziehung auf die Verschiedenheit der Barometerhöhen hätte. Daher addirte ich für jeden Standpunkt alle Höhen des Barometers in der Pläne, und dividirte die Summe durch ihre Anzahl. Alsdann ordnete ich alle diese mittlern Barometerhöhen nach ihrem Wachsthume, und setzte neben eine jede den zugehörigen Unterschied der mittlern durch die Rechnung gefundenen Höhe des Orts, von der wirklichen Höhe: dieser Unterschied mochte nun **positiv** oder **negativ** seyn,

Das Resultat dieser zweyten Untersuchung bestätigte die Folgen der ersten: denn die **positiven Unterschiede** fanden sich alle im obern Theile der Columne; d. i. sie gehörten den kleinern Höhen des Barometers in der Pläne zu.

Endlich untersuchte ich die Umstände bey den Beobachtungen, deren Resultate Ausnahmen von dieser Regel machten, d. i. bey denjenigen, die zu einer Zeit angestellt waren, da das Barometer in der Pläne unter seiner mittlern Höhe gestanden hatte, und die dennoch die Höhe des Orts nicht zu groß, oder vielleicht gar zu klein gaben, und dann bey denen, welche im Gegentheil bey einem Barometerstande, der den mittlern an Höhe übertraf, gemacht waren, und dennoch die berechnete Höhe zu groß gaben. Bey dieser Untersuchung fand ich, daß bey den meisten Beobachtungen der ersten Art die Wärme groß, hingegen bey denen von der zweyten Art klein, und meistens unter ihrer mittlern Größe gewesen war.

670. Es scheint also zu einer genauen Bestimmung des Unterschieds der Höhen zweener Standpunkte nicht hinreichend, den Druck, den die Luftsäule erleidet, durch das Barometer, und ihre Temperatur durch das Thermometer zu kennen; sondern man muß dabey noch eine andere Ursache in Betrachtung ziehen, welche auf die Dichte der Luft wirket; nämlich die Ursache der successiven **Barometerveränderungen** an einerley Orte.

671. Um nun die Ursache zu entdecken, welche die Veränderungen des **feststehenden** Barometers hervorbringet, müssen wir die Umstände untersuchen, welche

welche diese Veränderungen begleiten. Die fast beständige Uebereinstimmung des Barometers und Hygrometers ist der vornehmste dieser Umstände, den ich auch jetzt vorzüglich in Betrachtung ziehen will.

Wenn auch das Hygrometer an einem Orte steht, der mit der äußern Luft nur einen fast unmerklichen Zusammenhang hat, so zeigt es doch gemeiniglich eine Vermehrung der Feuchtigkeit an, wenn das Barometer fällt. Jeder aufmerksame Beobachter kann dieß wahrgenommen haben: man bedarf dazu nicht einmal eines künstlichen Hygrometers: die Stricke, die Salze, ja selbst Holz und Steine sind Hygroscope, die überall dem gemeinen Manne als Barometer dienen, um den Regen oder die Rückkehr der guten Witterung daraus vorherzusagen (s).

(s) Die Feuchtigkeit schwellet die Stricke auf, welche aus vegetabilischen Fasern zusammengeflochten sind: daher werden dieselben kürzer: die Saiten aus dem Thierreiche aber werden länger, weil sie die Feuchtigkeit erweicht und ausdehnet. Die meisten Salze ziehen die Feuchtigkeit im Ueberfluß ein, daher sie schwerer werden, und oft sogar zerfließen: auch dringt sie in das Holz, besonders wenn es verarbeitet, und der Saft völlig verdünstet ist; alsdann treibt sie die Fasern desselben auseinander, daher es kömmt, daß bey feuchter Witterung die Thüren schwer auf- und zugehen, und man im Holzwerke das Platzen hört, welches entsteht, wenn das von der Nässe ausgedehnte Holz sich gegeneinander stemmet.

Selbst die Steine können Hygroscope abgeben; aber die Feuchtigkeit zeigt sich hier auf eine andere Art, als in den bisherbeschriebnen Körpern. Einige sehr poröse Steine werden durch die feuchte Luft erweichet. So sahe man z. B., und sieht vielleicht noch jetzt bey Aschersleben, einige Meilen von Leipzig gegen Westen, einen Stein,

Man weiß auch, daß das schwache kreisförmige Licht, das

der den Reisenden statt eines Barometers diente. Wenn ein Regen bevorstand, so konnte man, wie in den Thon, Nägel hineinschlagen; wenn aber die gute Witterung anhalten sollte, so verloren auf diesem Steine, der um und um mit Nägeln übersäet war, diejenigen, die man jetzt hineinschlagen wollte, auf den ersten Schlag ihre Spitze.

Andere Steine, besonders glatte, zeigen die Feuchtigkeit auf ihrer Oberfläche; diese sind gemeiniglich hart, und haben so enge Zwischenräume, daß die Feuchtigkeit sie nicht leicht durchdringet: in diesem Falle geht die Feuermaterie, worinnen die Feuchtigkeit schwebet, allein hinein, und läßt diese auf der Oberfläche zurück, wo sie durch die Anhäufung sichtbar wird. Es können aber auch die zartesten und porösesten Steine eben diese Erscheinung zeigen, wenn sie den Ausdünstungen oder der Berührung der Menschen und Thiere lange Zeit ausgesetzt sind, oder wenn sie aus andern Ursachen mit einer Art von Firniß überzogen werden, der die Eingänge ihrer Poren verstopft, und auf dem sich die Feuchtigkeit aus eben der Ursache, wie bey den harten und glatten Steinen anhäufet. Man sieht solche überzogne Steine häufig an den alten Gebäuden, und sie gehören gemeiniglich unter die dauerhaftesten.

Eine andere nothwendige Bedingung, wenn Steine und andere glatte Körper, welche die Feuchtigkeit nicht leicht in sich nehmen, auf ihrer Oberfläche die in der Luft befindliche Nässe anzeigen sollen, ist, daß sie sich an Orten befinden, zu welchen die Luft freyen Zugang hat, oder sich wenigstens nicht oft durch den Zug, den die Winde in der Atmosphäre verursachen, verändert. So sieht man in freyer Luft, z. B. in breiten Straßen, öffentlichen Plätzen, in den obern Stockwerken der Gebäude, selbst in großen und offnen Höfen, selten etwas, das von der Feuchtigkeit anläuft, weil die der freyen Luft ausgesetzten Körper die Temperatur derselben leich-

ter

das den Mond zuweilen umgiebt (*t*), Regen anzeige. Dieses Licht aber entsteht von den Lichtstralen, welche von den in der Luft verbreiteten Dünsten zurückgeworfen werden.

672. Die Feuchtigkeit, welche auf das Hygrometer wirkt, ist nicht diejenige, welche wir in Gestalt der Nebel sehen. Bey Nebeln fällt das Barometer nicht, auch wirken sie nicht auf das Hygrometer, wenn dieses in einem wohlverschlossenen Zimmer stehet. Eben so wenig bringen die Nebel in den Beobachtungen zu Ausmessung der Höhen einerley

ter annehmen, und die Ausdünstung überhaupt in bewegter Luft eher von statten geht. Die Feuchtigkeit also, welche sich an glatte Körper, die der freyen Luft ausgesetzt sind, anlegt, verdünstet fast augenblicklich, wenn sich nicht etwa eine starke und plötzliche Veränderung der Wärme und Feuchtigkeit ereiguet. Aber in verschlossenen Gebäuden und selbst in engen Gassen, wo sich die Temperatur sehr langsam ändert, und die Luft nicht sehr in Bewegung ist, sind die glatten, die mit der erwähnten Art von Firniß überzognen Steine, und selbst die Mauren, wenn die äußern Oeffnungen ihrer Zwischenräume mit einem ähnlichen Ueberzug verstopft sind, Hygroscope, welche gemeiniglich die Feuchtigkeit der Luft und den bevorstehenden Regen anzeigen.

Zu manchen Zeiten ist diese Feuchtigkeit, welche aus den Mauren zu schwitzen scheint, kein Zeichen des Regens: ich werde diese Fälle genauer anzeigen und die dahin gehörigen Erscheinungen erklären, wenn ich mein meteorologisches System werde auseinander gesetzt haben.

(*t*) Ich verstehe hier nicht die Halonen, oder lichten Ringe, die sich bisweilen um den Mond bilden; diese Erscheinung ist selten. Ich rede von einer sehr gemeinen, von dem schwachen Lichte, das den Mond umgiebt, wovon man an manchen Orten sagt: la Lune se baigne.

nerley Veränderung mit der **Feuchtigkeit** hervor. Man kann aus den meinigen vom 1 October 1758, in allen Standpunkten auf **Saleve** sehen, daß die Abweichung gerade die entgegengesetzte ist; man wird aber zugleich finden, daß das Barometer diesen Tag über seiner mittlern Höhe stand.

673. Also ist ein wesentlicher Unterschied zwischen **Nebel** und **Feuchtigkeit** vorhanden: und die **Wärme**, die beide hervorbringt, muß bey beiden auf eine verschiedne Art wirken. Die **Nebel** steigen aus den Sümpfen, Flüssen, Seen und selbst aus dem Meere nur alsdann empor, wenn das Wasser weit wärmer, als die **Luft** ist, welches gemeiniglich im Herbste zu geschehen pflegt. In diesem Falle wirkt die **Wärme** von innen nach außen; sie geht aus dem Wasser, um das Gleichgewicht herzustellen, und nimmt Wassertheilchen in Gestalt kleiner Kügelchen mit sich, die unsern Augen sichtbar werden. Diese Theilchen schwimmen in der **Luft**, ohne dieselbe merklich zu ändern.

674. Die **Feuchtigkeit** aber, für die ich in der Folge den Namen: **Dünste** gebrauchen will, wird allezeit durch die Wirkung der **Wärme** hervorgebracht: sie ist unsichtbar; denn ihre Theilchen sind so klein, und mischen sich so innig mit der Luft, in welche sie ihrer **Leichtigkeit** halber aufsteigen, daß sie die Durchsichtigkeit derselben fast gar nicht verringern, und sie überall, wohin sie auch dringt, begleiten.

Da sich alles, was ich hierüber zu sagen habe, auf den Satz gründet, daß die **Luft** specifisch schwerer als die **Dünste** sey, und dieser Satz nicht von allen

allen Naturforschern angenommen wird (212), so kann ich nicht weiter gehen, ohne die Ursachen, auf welche ich mich dabey gründe, zu erklären.

Beweise, daß die Luft schwerer, als die Dünste sey.

675. Man giebt durchgängig zu, daß, wenn die **Wärme** die unmittelbare Ursache der Ausdünstung ist, die daher entstehenden **Dünste** leichter als die Luft seyn **können**. Es mag sich nun das **Feuer**, auf welche Art es wolle, mit dem Wasser verbinden, es mag die Theilchen desselben, wie Ballons, aufschwellen, oder sich an sie anhängen, sie trennen und ihnen seine Bewegung mittheilen, oder es mag die Zwischenräume der Wassertheilchen erweitern, oder endlich die Elasticität oder die zurückstoßende Kraft (*u*) dieser Theilchen vermehren: so **können** allemal die kleinen Mischungen von Wasser und Feuer, die ich **Dünste** nenne, **leichter** als die Luft seyn (*w*). Es ist also genug, zu zeigen 1) das Feuer habe mehr Verwandtschaft mit dem Wasser, als mit der Luft, selbst mehr, als mit den meisten brennbaren Materien, und es könne also in den **Dünsten** in großer Menge vorhanden seyn, 2) es sey allezeit, selbst im

(*u*) Man s. Desaguliers Cours de Physique expérimentale Frzl. Uebers. des P. Pezenas 4to To. II. p. 350.

(*w*) Es ist für meine Hypothese noch gleichgültig, ob man das Feuer für eine wirkliche Materie, oder für einen bloßen Zustand der Körper annimmt; denn wenn man nur zugiebt, daß dieser Zustand einer Mittheilung fähig sey, welches niemand leugnen wird, so bleibt alles, was ich unter der erstern Voraussetzung sage, auch unter der andern wahr.

stärksten Winter, Feuer genug in den Körpern, um eine Ausdünstung hervorzubringen; 3) daß die Dünste selbst zu erkennen geben, das Feuer sey ihr Vehikulum, endlich 4) daß die Erfahrung die Leichtigkeit der Dünste beweise.

676. Zuerst habe ich gesagt, **das Feuer habe mehr Verwandtschaft mit dem Wasser, als mit der Luft, selbst mehr, als mit den meisten brennbaren Materien.** Ich gründe diesen Ausspruch auf einige sehr bekannte Erscheinungen, die ich nur erklären darf. Das **Wasser** löscht das Feuer darum aus, weil das letztere mehr Verwandtschaft mit dem Wasser hat, als mit den brennbaren Materien, mit denen es vorher verbunden war: es verläßt also diese Materien, vereinigt sich mit dem Wasser, verwandlet dasselbe in **Dämpfe**, und verfliegt mit denselben. Das **Wasser** schützt die Körper, die es umgiebt oder durchdringt, für dem **Feuer**, weil sich dieses letztere nur mit dem Wasser verbindet, so lang Wasser genug vorhanden ist, um das Feuer ganz in sich zu nehmen. Aus dieser Ursache brennt das **grüne Holz** nicht so leicht als das **trockne**. Wenn die brennbaren Materien von solcher Beschaffenheit sind, daß das Feuer eine stärkere Verwandtschaft mit ihnen, als mit dem Wasser hat, so löscht sie das Wasser nicht aus, wenn sie brennen. Von dieser Art ist ohne Zweifel das **griechische Feuer** gewesen.

677. Die **Luft** hingegen löscht nicht allein das Feuer nicht aus, sondern vermehrt sogar seine Wirkung auf die brennbaren Materien, weil sie sehr wenig Verwandtschaft mit demselben hat, und es also auf diese Materien zusammentreibt; und in ihnen eingeschlossen hält. Daher kömmt es, daß sich das

Feuer

Feuer im leeren Raume unter der Glocke, wenn man ein brennendes Licht oder glühende Kohlen darunter stellt, zerstreuet und verlöscht, weil es nicht mehr durch die Luft zusammengehalten wird. Eben daher auch, daß die Körper ihre Wärme im leeren Raume eher, als an der Luft verlieren. Das Feuer brennt in unsern Oefen besser bey trockner, als bey feuchter Luft; denn bey der letztern verläßt es das Holz, und verbindet sich mit den **Dünsten**. Die in einer kleinen hermetisch versiegelten Glaskugel eingeschlossene **Luft** widersteht dem Eindringen des Feuers, und die Kugel kann dem Feuer lang ausgesetzt bleiben, ohne zu zerspringen. Verschließt man aber zugleich in der Kugel einen einzigen Tropfen Wasser, so verwandlet ihn das Feuer sogleich in **Dünste**, und häuft sich in so großer Menge in seinen Zwischenräumen an, daß die Kugel mit einem Knalle zerspringt.

678. Man weiß, daß die Wärme abnimmt, je höher man in der Atmosphäre hinaufsteigt (203). Diese bekannte Erscheinung mit meinen Beobachtungen auf **Saleve** verbunden, zeigt wiederum, daß das **Feuer** weniger Verwandtschaft mit der **Luft**, als mit den Wassertheilchen habe. Man leitet gemeiniglich die größere Wärme des untern Theils der Atmosphäre einzig und allein von der Zurückwerfung des Erdbodens her. Ich gebe zu, daß diese Ursache viel dazu beytrage, aber allein ist sie nicht hinreichend, die Erscheinungen zu erklären. Denn wenn es außer ihr keine andere Ursache des Unterschiedes der Wärme in Luftschichten von verschiedner Höhe gäbe, so müßte die Verhältniß der Wärme zweener verschiedentlich hohen Orte fast immer dieselbe bleiben. Meine Beobachtungen aber setzen außer Zwei-

fel, daß sich diese Verhältnisse immerfort und merklich ändern. Man muß also noch eine andere Ursache angeben können, die die Wärme in den verschiednen Schichten der Atmosphäre zurück hält; eine Ursache, die zwar veränderlich ist, und an einerley Orte zu verschiednen Zeiten stärker oder schwächer wirkt; deren Wirkungen aber doch überhaupt immer stärker werden, je mehr man sich dem Erdboden nähert. Die aus der Erde aufsteigenden **Dünste** leisten allen diesen Bedingungen Gnüge: sie sind im untern Theile der Atmosphäre häufig vorhanden, weil daselbst die Luft dichter und also fähiger ist, sie zu tragen. Sie sind beweglich, und also erhebt sie die bewegte Luft, nach ihrer Richtung mehr oder weniger, und die Winde können mehr oder weniger von ihnen in die verschiednen Schichten der Atmosphäre bringen. Sie behalten eine lange Zeit das **Feuer** in sich, das sie hervorgebracht hat, nebst demjenigen, das sie in der **Luft** finden, es komme nun in dieselbe, woher es wolle; und so muß sich die Verhältniß der **Wärme** in verschiednen Luftschichten, wie sie auch wirklich thut, nach der **Unbeständigkeit** dieser Ursache richten.

679. Dieser Einfluß der verschiednen **Reinigkeit** der **Luft** auf den Grad ihrer **Wärme**, ist wahrscheinlicherweise eine Ursache der verschiednen Temperatur des **Nord-** und **Südwindes**. In unsern Ländern ist der letztere fast stets wärmer, als der erstere. Fände dieser Unterschied nur im Winter statt, so könnte man ihn von der Stellung der Sonne herleiten, welche im Winter die um unsern Pol liegenden Gegenden nicht mehr erwärmet, sondern über den Aequator hinübergeht, und also in der Temperatur der **Luft**, die aus beiderley Gegen-

den kömmt, diesen Unterschied verursachen muß. Aber er zeigt sich eben auch im Sommer, da doch die Stellung der Sonne gerade die entgegengesetzte ist. Kömmt also nicht etwa dieser Unterschied der Wärme beider Winde daher, daß die Luft aus Süden mehr **Dünste** mit sich führt, und daher einer stärkern Erwärmung fähig ist, da hingegen die aus **Norden** reiner ist, und nicht so viel Wärme annimmt?

680. Unter der großen Anzahl anderer Erscheinungen, welche alle beweisen, **das Feuer habe mehr Verwandtschaft mit dem Wasser, als mit der Luft**, muß ich noch einer einzigen gedenken. Sie ist von einer ganz andern Art, und wird desto besser zeigen, daß diese verschiedne Verwandtschaft von einem allgemeinen Naturgesetz abhange. Die Rede ist von der **elektrischen Materie**, welche dem **Feuer** so ähnlich (wo nicht gar das Feuer selbst) ist, und sich eben so durch die **Dünste** zerstreut, eben so leicht mit dem **Wasser** verbinden läßt.

681. Ein besonderer Versuch, den mein Bruder und ich zu Anfang des Jahres 1749 machten, beweiset die Verwandtschaft der **elektrischen Materie** mit dem Wasser sehr deutlich. Wir führten den **Leidner Versuch** durch die **Rhone** und alle die Wasser, die aus derselben durch Saugwerke gehoben werden, bis auf eine Entfernung von 200 **Toisen** fort (x). Das merkwürdigste dabey war, daß

(x) Diese Grenze der Entfernung von 200 Toisen schrieben uns nur die Umstände des Orts vor, keinesweges die Natur der elektrischen Kraft. Denn dieser Entfernung ohngeachtet wurden doch die Schläge nicht merklich

daß man überall, wo nur das Pflaster der Straßen durch das Wasser befeuchtet war, den elektrischen Schlag in den Schenkeln fühlte, wenn man aus der mit dem **Conduktor** der Maschine verbundenen Kette einen Funken zog (*y*). Man sieht hieraus, daß die bloße **Feuchtigkeit** hinreichend ist, die **elektrische Materie** bis auf eine beträchtliche Weite fortzuführen; denn welche Richtung man auch dem Strome derselben zuschreiben mag, so bleibt es doch allezeit gewiß, daß ihm hier die **Rhone** und der ganze befeuchtete Boden zur Leitung diente.

682. Die **Luft** hingegen widersteht der Ausbreitung der **elektrischen Materie**. Man weiß, daß eine mit **Wasser** gefüllte, oder **luftleere** Flasche, wenn sie in **trockner Luft** an eine seidne Schnur gehangen wird, die ihr mitgetheilte **elektrische Kraft** sehr lange Zeit behält.

Ich kann also für gewiß annehmen, daß die Materie des **Feuers**, und die **elektrische**, welche beide vielleicht einerley, und nur verschiedentlich modificirte Substanzen sind, sich sehr leicht mit dem **Wasser** merklich schwächer. Wenn man eine hinlänglich isolirte Kette von **Genf** bis nach dem Meere ziehen könnte, so ließe sich vielleicht der **Leidner Versuch** sogar bis auf diese Weite durch die **Rhone** fortführen.

(*y*) Eine umständliche Erzehlung dieses Versuchs findet sich in den Briefen des Herrn Abt **Nollet** über die Elektricität welche 1753 herausgekommen sind; im dritten Briefe. Dieser Brief ist an den verstorbnen Professor **Jallabert** gerichtet, welcher den Versuch mit angesehen, und den Herrn Abt **Nollet** davon benachrichtiget hatte.

Wasser verbinden, und daß das eigentliche Feuer dasselbe in Dünste verwandlet.

683. Aus eben diesen Erfahrungen folgt, daß die in der Luft schwebenden Dünste ihr Feuer eine lange Zeit behalten, eben wie das erwähnte elektrisirte Wasser. Man wird mir keinen Einwurf aus dem Erkalten der Körper an der Luft, und der Verminderung der elektrischen Kraft in dem Wasser bey dem letztern Versuche machen: denn ich habe nicht gesagt, daß die Luft sich gar nicht mit dem Feuer verbinde, sondern nur, daß sie dieser Verbindung stark widerstehe. Ueberdieß gehen diese Verminderungen sehr langsam von statten; auch ist die Luft, welche die erkaltenden Körper umgiebt, niemals ganz rein, dahingegen diejenige, welche die Theilchen der Dünste umgiebt, beständig vollkommen rein ist, indem die Dünste selbst die Unreinigkeit der Luft ausmachen.

684. Zweytens habe ich gesagt, es sey in den Körpern allezeit Feuer genug vorhanden, um eine Ausdünstung, selbst im strengsten Winter, hervorzubringen. Um dieß zu beweisen, will ich zuerst die Natur des Feuers in seinen bekanntesten Wirkungen betrachten. Die Erfahrung lehrt, daß das Feuer in einer beständigen Bewegung sey, daß es gegen feste und flüßige Körper stoße, daß es sie zu zertheilen strebe, und wirklich zertheile: daß es aber nach Beschaffenheit der Körper stärker oder schwächer auf dieselben wirke, so wie es z. B. das Bley in den Schmelzöfen verflüchtiget, da ihm doch die Schlacken desselben, ob sie gleich leichter sind, widerstehen.

Das

Das Wasser gehört unter die Körper, welche das Feuer am leichtesten zertheilt. Die Menge des im Wasser enthaltnen Feuers sey, so gering sie wolle, so wird dasselbe doch Wassertheilchen abreißen, und mit sich fortführen. Also kann das Wasser zu jeder Jahrszeit **ausdünsten**, und der Unterschied zeigt sich nur in der Stärke dieser Ausdünstung.

685. Man glaubt insgemein, der Unterschied der Wärme im Sommer und Winter sey sehr groß: und wenn die Ausdünstung von der Vermischung des **Feuers** mit dem Wasser herrühre, so müsse sie im Winter sehr viel geringer als im Sommer seyn.

686. Ich antworte darauf zuerst, daß der Unterschied der **Ausdünstung** im Sommer und Winter in kleinen Wassermassen in der That beträchtlich sey; und daß also die Stärke der **Ausdünstung** gewiß mit dem Grade der **Wärme** in Verhältniß stehe. Also läßt sich auch annehmen, daß die Verringerungen der **Ausdünstung** und der Wärme proportional seyen. Denn kennen wir wohl die absoluten Größen der **Wärme**? Unsere verschiednen Empfindungen im Sommer und Winter erhalten wir durch die Werkzeuge unserer Sinnen. Wir dürfen nur untersuchen, was vor unsern Augen vorgeht. Wir sehen eine große Menge von Thieren, die im freyen Felde ohne den geringsten Schein einer Beschwerlichkeit eben die verschiednen Temperaturen ertragen, die uns so viel Beschwerde verursachen: dahingegen andere Thiere den Schatten im Sommer, und die Wärme im Winter noch mehr, als wir, suchen. Nun bin ich überzeugt, daß diese verschiednen Arten der Thiere mit uns einerley Unterschied zwischen den äußersten Graden der Tempe-

ratur,

ratur, die sie ertragen können, empfinden; obgleich der Abstand dieser Grade von einander nicht eben derselbe ist. Eben dieser Unterschied findet sich unter den Menschen selbst, wenn man die Bewohner der Nord- und Südländer, die Land- und Stadtleute, ja so gar die abgehärtetern und weichlichern Körper untereinander vergleicht.

687. Zwar haben wir auch noch andere Maaße der Wärme, nämlich flüßige Materien, die sich ausdehnen, zusammenziehen und gefrieren, und Körper, deren Volumen nach der Menge der Wärme, von der sie durchdrungen sind, merklich zu- und abnimmt. Aber wir sehen bey allem diesen keine Grenze; und unsere künstlichen Gefrierungen durch die Salze zeigen, selbst wenn sie durch die größte natürliche Verminderung der Wärme befördert werden, daß wir noch weit von dem Punkte entfernt sind, wo die Wärme gänzlich aufhört.

688. Man kann also mit der größten Wahrscheinlichkeit annehmen, daß der Abstand der Wärme im Sommer von der im Winter, im Vergleich mit dem gänzlichen Abstande der Sommerwärme von der **absoluten** Kälte, sehr gering; und daß folglich der Unterschied der **Ausdünstung** dem Unterschiede der Sommer- und Winterwärme proportional sey.

689. Uebrigens ist es kein nothwendiger Satz in meinem System, daß die **Wärme** und **Ausdünstung** proportional sind. Hier kömmt es bloß darauf an, ob wir gnug **Dünste** im Winter finden, wenn wir annehmen, daß die Ausdünstung von der **Wärme** herkomme. Es bleibt aber auch im Win-

ter

ter noch immer eine hinlängliche Menge Wasser auf der Oberfläche der Erde flüßig, um die nöthigen Dünste hervorzubringen: das Meer, die Seen, die Flüsse, die Wasserkünste sind dazu hinreichende Quellen. Und da diese Wassermassen an der allgemeinen und beständigen Temperatur des innern Theils der Erdkugel Antheil nehmen, so kann sich in ihnen vom Sommer zum Winter kein allzugroßer Unterschied der Wärme finden.

690. Noch mehr, ich glaube sogar, daß unter gewissen Umständen die Ausdünstung im Winter stärker als im Sommer seyn könne. Ich verstehe dieß nicht von einer geringen Menge Wasser, die der Luft in einem Gefäße ausgesetzt wird: auch nicht von andern Wassermassen, denen die Luft ihre Temperatur mittheilen kann: für solche gilt das, was ich oben gesagt habe, daß die Ausdünstung im Winter geringer, als im Sommer sey. Wenn aber die flüßige Materie eine beständige Temperatur hat, so erfolgt das Gegentheil. Man weiß, daß erwärmte flüßige Materien eher verdünsten, wenn die Luft, die sie umgiebt, kälter ist. So gehn die Destillationen im Winter besser, als im Sommer von statten; und man bedient sich bey allzuwarmer Luft des frischen Wassers, ja selbst des Eises zu ihrer Beschleunigung. Die Wasser in den warmen Bädern dünsten im Winter mehr, als im Sommer aus; theils weil ihre Temperatur beynahe unveränderlich ist, und also das in ihnen enthaltene **Feuer** bey kalter Luft häufiger herausgeht; theils weil die aus ihnen aufsteigenden **Dünste** sich desto leichter erheben, je größer der Unterschied ihrer specifischen Schwere und der specifischen Schwere der Luft wird. Dieser Unterschied aber

wächst,

Temperatur beynahe unveränderlich ist, und also das in ihnen enthaltene Feuer bey kalter Luft häufiger herausgeht; theils weil die aus ihnen aufsteigenden Dünste sich desto leichter erheben, je größer der Unterschied ihrer specifischen Schwere und der specifischen Schwere der Luft wird. Dieser Unterschied aber wächst, wenn die Luft bey dem Mangel der Wärme dichter wird.

Wir wollen dieß nunmehr auf die vornehmsten Quellen der Dünste, das Meer, die Flüsse und die Seen anwenden. Ich gestehe, daß die äußere Temperatur auf dieselben wirkt, und daß daher ihre absolute Wärme im Winter geringer, als im Sommer ist. Da sie aber auch etwas von der Temperatur der Erdkugel annehmen, so wird doch ihre Wärme im Vergleich mit der Wärme der äußern Luft grösser: so, daß in der Wirkung dieses Wachsthum der relativen Wärme sich mit dem Abnehmen der absoluten aufheben, und in gewissen Fällen das letztere sogar übertreffen kann. So können wir also zu jeder Jahrszeit Dünste haben, da allezeit Wärme genug vorhanden ist, um sie hervorzubringen.

691. Der dritte Satz, den ich zu erweisen habe, ist, daß die Dünste selbst zeigen, das Feuer sey ihr Vehikulum. Für diesen Satz könnte ich eine Menge von Erfahrungen anführen: ich schränke mich aber auf folgende ein.

692. Wenn man der Luft ein Gefäß mit einer flüßigen Materie aussetzt, die weit kälter, als die Luft ist, so überziehen sich die äußern Wände des Gefäßes mit Wasser, welches in größerer oder geringerer Menge an denselben herabläuft, je nachdem

viel oder wenig Dünste in der Luft verbreitet sind, und der Unterschied ihrer Wärme und der Wärme der flüßigen Materie im Gefäß groß oder gering ist. Man sieht hieraus deutlich, daß sich die Dünste verdichten, weil das Feuer, das sie ausdehnte, in das Gefäß und die darinn enthaltne flüßige Materie geht. Diese Verdichtung erfolgt nicht, wenn der Unterschied der Wärme der Luft und der flüßigen Materie nicht groß genug ist; weil die flüßige Materie in diesem Falle den Grad der Wärme der Luft annehmen kann, ohne den Dünsten so viel Feuer zu entziehen, daß sie dadurch auf den Wänden des Gefäßes verdichtet würden.

693. Die zwote Erscheinung, die ich anführen will, zeigt sich auf verschiedne Art. In Spanien bedient man sich zur Abkühlung des Wassers einer Art von Gefäßen aus lockerer Erde, durch welche dasselbe ohne Aufhören durchschwitzt. Die beständige und gewisse Wirkung davon, wenn man ein solches Gefäß dem Luftzuge aussetzt, ist, daß das zurückbleibende Wasser kälter als die Luft wird. Die Matrosen kühlen ihr Getränk in Flaschen ab, die sie an das Tauwerk der Schiffe hängen, und stark befeuchten. Ein Thermometer, das man zu wiederhohlten mahlen in eine flüßige Materie taucht und wieder herauszieht, fällt bis unter die Temperatur dieser Materie; und dieß um desto stärker, je mehr dieselbe der Ausdünstung unterworfen ist.

Alle diese Erscheinungen sind von einerley Art, und lassen sich durch die starke Ausdünstung, welche in diesen dreyen Fällen vor sich geht, leicht erklären. Wenn aber die Menge des Feuers durch eine künstliche Vermehrung der Ausdünstung entweder in

der flüßigen Materie selbst, oder um das Gefäß herum, vermindert wird, so ist dieß ein Beweis, daß die **Ausdünstung** durch das **Feuer** hervorgebracht werde.

694. Die dritte Erscheinung ist von einer andern Art: ich beobachtete sie am 30 May 1756 auf dem höchsten meiner Standpunkte auf **Saleve**. Gegen Aufgang der Sonne war die Luft sehr rein, und blieb in diesem Zustande bis um acht Uhr des Morgens. Um diese Zeit nahm ich einige durch die Luft zerstreute Wolken wahr, ohne zu bemerken, daß der Wind dieselben hergeführet hätte. Dieser war des Morgens aus **Osten** gekommen, hierauf hatte er sich gen **Nordost** und **Norden** gewandt, war aber immer sehr schwach gewesen. Während daß ich über die plötzliche Erscheinung der Wolken nachdachte, entdeckte ich an der Nordseite, etwa 3 bis 400 Fuß unter mir, eine kleine Wolke. Ich betrachtete sie mit Aufmerksamkeit, und bemerkte zuerst, daß ihr Volumen merklich zunahm, ohne daß ich entdecken konnte, woher dieses Zunehmen entstand. Ich sahe darauf, daß sie sich immer mehr erhob, anstatt daß sie hätte sinken sollen, da sie doch immer größer und sogar dichter zu werden schien. Der Wind trieb sie unvermerkt näher zu mir. Endlich erreichte sie den Ort, an welchem ich mich befand, und umringte mich dergestalt, daß ich weder den Himmel noch die Plane sehen konnte. Ich nahm mir sogleich vor, das Thermometer zu beobachten, welches der freyen Luft und der Sonne ausgesetzt gewesen war, und vorher auf $+ 4\frac{2}{3}$ gestanden hatte. Ich glaubte, da die Wirkung der Sonne durch diese Wolke aufgehalten wurde, es würde gefallen seyn, und wunderte mich

daher sehr, es auf + 5½ zu finden. Die Wolke fuhr fort zu steigen, nahm ihre Richtung nach **Süden**, und verließ den Ort, wo ich mich aufhielt, bald: die Sonne kam wieder hervor, aber ihrer Wirkung ohngeachtet fiel doch das Thermometer nach und nach wieder, und stand einige Zeit nachher wiederum auf dem Punkte, bey welchem es vor dem Uebergange der Wolke gewesen war. Es war also klar, daß die **Dünste** dieser Wolke mehr **Feuer** enthielten, als die **Luft**, die sie umgab.

695. Ich kann dieser besondern Beobachtung noch eine allgemeine Erfahrung von eben der Art beyfügen, die man an allen den Orten wahrnimmt, an denen es wegen eines in der Nähe liegenden Sees oder großen Flußes starke **Nebel** giebt. Zu Ende des Herbstes und zu Anfang des Winters nimmt die Wärme der **Luft**, wenn sie eine Zeitlang still ist, wegen der geringern Höhe und des kürzern Aufenthalts der Sonne über dem Horizonte ab. Die **Luft**, die um diese Zeit ziemlich rein ist, erhält, wenn die Witterung einige Zeit schön bleibt, nur einen geringen Theil der Wärme, von der Erde und Wasser noch durchdrungen sind, und die Wärme nimmt immer fort bis unter den Eispunkt ab. Wenn aber der Unterschied der Wärme der Luft und des Wassers zu groß wird, so bringt er eine Wirkung hervor, durch die sich beide Temperaturen einander wiederum nähern. Das **Feuer** nämlich geht nun häufiger aus dem Wasser, und nimmt die dichtesten **Dünste** in Gestalt der **Nebel** aus demselben mit sich, welche sich mit der Luft vermischen, und dieselbe so stark erwärmen, daß der Frost bald wiederum aufhört (z).

696. Wenn

(z) Man s. die Anm. (*h*) §. 724.

696. Wenn der Grad der **Wärme** der Luft vor Entstehung der **Nebel** so lang unter dem Eispunkte gewesen ist, daß die festen Körper viel von ihrer Wärme verloren haben, oder wenn die **Nebel** nicht warm genug sind, um den Frost zu heben, so verwandlen sie sich alsdann in den **Reif**, den man im freyen Felde an den Bäumen und Pflanzen hangen sieht. Die Nebel verdichten sich und frieren nach und nach an diese Körper an: dadurch bildet sich das gestrickte, das sich dem Auge so wohl im ganzen als im kleinen mit so vieler Schönheit darstellet. Inzwischen ist des **Reifs**, der eine große Kälte anzuzeigen scheint, ohngeachtet, die Luft unter übrigens gleichen Umständen nicht so kalt, wenn sie mit **Nebeln** vermischt, als wenn sie rein ist.

697. Es ist wahr, wenn wir von dem Grade der **Wärme** der Luft bloß nach dem Eindrucke urtheilen wollten, den sie auf unsere Sinne macht, so würden wir uns oft sehr betrügen. Aber eben dieser Betrug unserer Sinne, oder wenigstens dieser falsche Schluß, den wir aus unsern Empfindungen ziehen, ist ein neuer Beweis meines ersten Satzes, daß nämlich das **Feuer** eine große Verwandtschaft mit dem Wasser habe. Die Luft kann an zween Orten, an welchen die **Feuchtigkeit** verschieden ist, einerley **Wärme** haben. Wenn man an diese Orte Thermometer aus wärmern Orten bringt, so wird das im **feuchtern** Orte schneller als das andere fallen; sie werden aber beide auf einerley Punkte stehen bleiben, und also eine gleiche Wärme anzeigen. Nach unserer Empfindung aber werden wir ein ganz anderes Urtheil fällen: wir werden den feuchtern Ort für **kälter** als den andern halten. Denn wir haben eine inner-

liche Ursache der Wärme in unserm Körper: und je mehr diese angestrengt wird, desto stärker empfinden wir die Kälte. Eine feuchte Luft also dünkt uns alzeit kälter, weil sie mehr von unserer innern Wärme in sich nimmt. Auch ist diese Empfindung verschieden nach dem Grade der Wirksamkeit der Werkzeuge, die die innere Wärme hervorbringen: also haben nicht alle Menschen unter gleichen Umständen einerley Empfindung von Kälte und Wärme.

698. Eine andere Wirkung der **Nebel** auf die Temperatur der Luft ist diese, daß dieselbe bey Tage und bey Nacht weniger unterschieden ist, weil die **Nebel**, die das meiste zu ihrer Bestimmung beytragen, fast immer einerley **Wärme** behalten.

699. Endlich finden die Veränderungen in der Wärme der Luftschicht, in welcher sich die **Nebel** befinden, auf den Bergen nicht mehr statt. Hier bleibt die Luft rein und **kalt**, besonders bey Nachtzeit. Denn den Tag über bringt die Sonne, die stets die Natur belebt, auf den Mittagsseiten, die Temperatur des Frühlings hervor.

Aus allem bisherigen scheint zu folgen, **daß die Dünste selbst zeigen, das Feuer sey ihr Vehikulum.**

700. **Wenn die sichtbaren Dünste leichter, als die Luft sind**, so läßt sich daraus schließen, daß dieses auch die **unsichtbaren** seyn müssen. Diesen Schluß werde ich also machen können, so bald ich bewiesen habe, daß die sichtbaren Dünste wirklich leichter, als die Luft sind. Zuerst beweist dieses das Aufsteigen der Wolke, die mein Thermometer auf dem Berge erwärmte (694). Ich brauche dieß

nicht

nicht weitläuftig zu zeigen, und gehe also zu Wolken von einer andern Art über.

701. Wenn ich auf den Gipfeln der Berge gegen Aufgang der Sonne die Augen auf die Pläne geworfen habe, so habe ich oft aus den Seen, Flüssen, und Morästen **sichtbare Dünste** aufsteigen sehen. Diese Dünste erhoben sich allmählich: bisweilen senkrecht, bisweilen und am öftersten nach schiefen Richtungen, die dem Luftzuge folgten. Diese Erscheinung beweist sogleich, daß die Luft das Wasser nicht als ein Menstruum auflöse; denn wäre dieses, so würden diese Dünste nicht gerade zu der Zeit aus dem Wasser aufsteigen, wenn die Luft am kältesten ist, und also die geringste auflösende Kraft hat. Und wenn man auch sogar annähme, daß sich die Dünste eben deswegen erhöben, so müßte sie die Luft ganz und gar auflösen, weil sie sie von allen Seiten umgiebt, und sie an einer unendlichen Menge von kleinen Flächen berührt. Aber sie gehen aus dem Wasser, und steigen in der Luft auf, ohne etwas von ihrem Volumen zu verlieren. Also ist die Auflösung nicht die Ursache des Aufsteigens der **Dünste**, und die angeführte Erscheinung ist schon ein Beweis ihrer **Leichtigkeit**, der noch durch folgende bestätiget wird.

702. Die Erscheinung, von der ich reden will, zeigt sich täglich auf tausenderley Art. Ich will ein einziges Beyspiel wählen. Man überbaut gemeiniglich in den warmen Bädern die Sprudel mit einem Gewölbe oder einer andern Bedeckung. Der **Dampf**, der aus ihnen emporsteigt, geht zuerst senkrecht, und stemmet sich gegen das Gewölbe: der nachfolgende legt sich horizontal an den vorhergehen-

den, bis dieser einen Ausgang findet: sobald dieß geschieht, steigt er wiederum senkrecht, wie vorher. Eben so würde eine Oelsäule steigen, die sich im Wasser erhöbe, und auf ihrem Wege ein Hinderniß anträfe.

703. Wenn die Luft warm ist, steigen sehr selten sichtbare Dünste auf, und diejenigen, welche durch besondere Ursachen, z. E. durch das Sieden des Wassers oder durch warme Quellen hervorgebracht werden, sind nicht so häufig, als sonst, weil die unsichtbaren Dünste desto häufiger aufsteigen, und die sichtbaren selbst bald unsichtbar werden, indem sie sich immer mehr verdünnen, je höher sie in der Luft steigen. Diese neue Verdünstung der Dünste selbst bey warmer Luft, findet bey den Nebeln nicht statt, so lange die Luft nicht durch eine neue Ursache erwärmt wird; und die Nebel erheben sich sogar nicht hoch. Bald ruhen sie auf der Erdfläche, und bilden, wenn sie stark sind, eine Schicht von 50 bis 60 Toisen Höhe; in andern Fällen erheben sie sich, und trüben in der Pläne den Himmel, wie sonst die Wolken thun. Aber sie steigen nie über 300 Toisen, und über ihnen bleibt die Luft hell. Die Ursache ist, weil der große Unterschied der Wärme der Luft, und des Wassers, aus dem sie aufsteigen, macht, daß das Feuer heftig aus dem Wasser ausströmet, und so grobe Wassertheilchen mit sich fortreißet, daß das daraus entstehende Ganze nicht viel leichter, als die untere Luft seyn kann.

704. Wenn sich die Luft bloß durch die Wirkung der Sonne erwärmt, so zerstreuen sich die Nebel, und sie bleibt hell. Wenn es aber durch einen Süd oder Südwestwind geschieht, so erheben

sich die Nebel, und bilden Wolken. Dieses Steigen ist ein bekanntes Zeichen des Regens, und das Barometer fällt dabey (a).

705. Ich will den angeführten Beyspielen nur noch ein einziges beyfügen, das mein Bruder auf den italiänischen Vulkanen beobachtet hat. Wenn die Luft still, oder nicht sehr in Bewegung ist, so erhebt sich der Rauch aus dem **Vesuv**, **Volkano** und **Stromboli** bis auf eine gewisse Höhe, und breitet sich dann horizontal nach der Seite aus, nach welcher ihn der Luftzug lenket. Diese horizontale Rauchschicht dient den Einwohnern statt des Barometers; sie steigt und fällt (unter sonst gleichen Umständen) wie das Queckfilber im Barometer. Ein sehr deutlicher Beweis, daß die Dünste nur deswegen aufsteigen, weil sie specifisch leichter, als die Luft sind, da sie wiederum fallen, wenn die Luft leichter wird, und umgekehrt.

706. Vielleicht wird man sagen, dieser Rauch werde aus den feuerspeyenden Bergen durch eben die Kraft in die Höhe getrieben, durch welche sie bisweilen so gar glühende Steine auswürfen: und er bleibe in einer gewissen Höhe stehen, weil der Widerstand der Luft, die er trennen müßte, um wieder herabzufallen, zu groß sey. Allein dieser Einwurf wird durch dasjenige widerlegt, was mein Bruder sehr deutlich am **Aetna** wahrgenommen hat. Dieser Berg ist so hoch, daß sein Gipfel der Wärme des Clima ohngeachtet oft den ganzen Sommer über mit Schnee bedeckt bleibt. Bey dieser großen Höhe liegt die Oeffnung des Vulkans in einer Gegend der Atmosphäre, in welcher die Luft nicht mehr dicht genug

(a) Man s. die Anm. (h) §. 724.

nug ist, den **Rauch** zu tragen. Anstatt also, daß derselbe von den Gipfeln des **Volkano, Vesuv** und **Stromboli** emporsteigt, fällt er hingegen von dem Gipfel des **Aetna** längst dem Berge herab, bis er in eine Luftschicht kömmt, mit der er beynahe einerley eigenthümliche Schwere hat, in welcher er sich dann horizontal ausbreitet. Der Ort, wo dieses geschieht, verändert sich eben so wie der, wo der Rauch des **Volkano, Stromboli** und **Vesuv** zu steigen aufhört; beyde hängen von der größern oder geringern Dichte der Luft ab.

707. In allen bisher erwähnten Erscheinungen zeigen sich **Dünste**, die in der Luft aufsteigen, weil sie leichter als dieselbe sind. Es kömmt also nur noch darauf an, zu zeigen, daß es eben diese Bewandniß mit den **unsichtbaren Dünsten** habe. Und selbst dieß ist nicht nothwendig; weil es erwiesen ist, daß das Wasser der **Dünste**, der Schwefel und die Salze der **Dämpfe**, wenn sie mit dem Feuer verbunden sind, leichter als die **Luft** werden. Ueberdieß hat man aus allem vorhergesagten gesehen, daß das **Feuer** vorzüglich bey der **Ausdünstung** wirksam ist; es sind also beyde Fälle nur dem Grade nach unterschieden. Wenn die Wärme der ausdünstenden flüßigen Materie weit größer als die Wärme der Luft ist, so werden **sichtbare Dünste** entstehen, weil das mit mehr Heftigkeit ausströmende **Feuer** gröbere Theilchen mit sich nimmt: die Größe dieser Theilchen, und das **Feuer**, wovon sie durchdrungen sind, werden ihr Aufsteigen befördern, sie werden also schnell in die Luft steigen, ohne sich mit ihr zu vermischen. Aber wenn der Unterschied der Wärme zwischen Luft und Wasser geringer ist, oder

gar

gar das Wasser kälter als die Luft wird, wie dieß im Sommer bey großen Massen von Wasser geschieht, so wirkt das Feuer bloß durch seine Bewegung, und strömet nicht mehr, wie sonst, aus: alsdann löset es nur kleine Theilchen von dem Wasser ab, die sich inniger mit der Luft vermischen, und ihre Durchsichtigkeit nicht mehr verhindern.

708. Vielleicht könnte man einen Einwurf gegen das Aufsteigen der Dünste wegen ihrer geringern specifischen Schwere aus der Ausdünstung der flüßigen Materien im **leeren Raume** herleiten. Allein dieses ist von einer ganz andern Art. Das **Feuer** steigt sehr leicht im **leeren Raume**; die **elektrische Materie** strömt in denselben im Ueberfluß ein, und erfüllt die Gefäße, aus denen man die Luft gepumpet hat, so bald man sie dem Conduktor einer Maschine nähert. In großen Oefen, wie man sie z. B. in den Glashütten findet, ist die Luft sehr verdünnt; inzwischen weiß man doch, mit welcher Gewalt das Feuer auf alles wirke, was man in diese Oefen bringt. Das **Feuer** hat also die Luft gar nicht von nöthen, um aus den Körpern, die es in sich enthalten, herauszugehen: es entbindet sich vielmehr mit desto größerer Heftigkeit, wenn es von ihr befreyt ist, und wenn die Körper sich leicht zertheilen lassen, so reißt es von ihnen Theilchen ab, die es mit sich davon führet. Es ist aber sehr wahrscheinlich, wie Herr **Homberg** schon bemerkt hat (Mém de l' Acad. ann. 1693), daß das **Feuer** die Wassertheilchen, die es mit sich führet, würde fallen lassen, wenn die luftleeren Glocken hoch genug wären; so wie es die sichtbaren Theilchen des Kupfers und Bleyes fallen läßt, die es durch sein Ausströmen loßreisset, wenn diese Metalle im stärksten Schmelzen sind.

Ich

Ich hätte alle diese Sätze noch einleuchtender beweisen können, wenn ich mich auf eine umständlichere Abhandlung hätte einlassen wollen. Inzwischen glaube ich genug gesagt zu haben, um als bewiesen anzunehmen, **daß die Dünste deswegen in der Luft aufsteigen, weil sie specifisch leichter als dieselbe sind.** Ich will nun die Wirkung untersuchen, die sie in der Atmosphäre hervorbringen müssen.

Hauptursache der Barometerveränderungen.

709. Das Meer **dünstet** unaufhörlich **aus**, und die daraus entstehenden **Dünste** erheben sich ihrer **Leichtigkeit** wegen in der Luft: aber ihre Theilchen sind so klein, daß sie im Steigen verhindert werden, wenn der Unterschied der specifischen Schwere zwischen ihnen und der Luft nicht groß genug ist, um den Widerstand der Luft zu überwinden, deren Theile sie trennen müssen; oder, welches auf eben dasselbe hinaus läuft, sie werden durch das Reiben an den Lufttheilchen aufgehalten. Ich könnte die Mühe ersparen, diesen Satz zu erweisen, da man ihn schwerlich in Zweifel ziehen kann: weil aber doch meine Hypothese darauf beruhet, so will ich, um allen Einwendungen zuvor zu kommen, ein Beyspiel geben, welches zeigt, daß sich Mischungen aus flüßigen Körpern nicht ohne Schwierigkeit in die Ordnung setzen, die ihre specifische Schwere erfordert.

710. Wenn man ein Barometer füllt, so bleibt meistentheils eine große Menge kleiner Luftblasen im Queckfilber, und besonders zwischen dem Queckfilber und Glase zurück. Ich darf hier nur auf die

Bla-

Blasen sehen, die so groß sind, daß man sie sehen kann: die Menge Luft, die beym Kochen aus dem Queckſilber geht, und die Vermehrung seiner specifischen Schwere nach dem Kochen gäbe davon noch einen neuen Beweiß. Diese Luftblasen sind viel leichter, als das Queckſilber. Da aber ihre Oberfläche im Vergleich mit ihrem Volumen sehr groß ist, so hindert sie das Reiben am Queckſilber, daß sie sich nicht davon loßmachen können: oft vermehrt sogar das Stoßen und Schütteln an der Röhre den Widerstand, indem es diese Blasen noch mehr zertheilt. Wenn ihrer aber viele nahe beyeinander sind, so thut das Stoßen eine entgegengesetzte Wirkung; die benachbarten Blasen vereinigen sich, die Oberfläche des Ganzen wird dadurch kleiner, und sie machen sich leichter loß. Alsdann sieht man sie bey jedem Stoße steigen; die größten steigen am weitsten, erreichen und verschlingen die kleinern, und wenn sie dadurch groß genug worden sind, so gehen sie von sich selbst heraus, ohne daß man das Queckſilber in Bewegung setzt. Eben diese Kraft erlangen die mit dem Queckſilber vermischten unsichtbaren Lufttheilchen, wenn man dasselbe kochen läßt. Wenn sie durch das Feuer ausgedehnt werden, so nimmt ihre Oberfläche im Verhältniß mit ihrem Volumen ab, weil das letztere zunimmt; sie vereinigen sich mit einander, und werden sichtbar. In diesem Zustande steigen sie in die Höhe, bleiben aber bald stehen, wenn sie über die Grenzen der Wirkung des Feuers kommen, wo sie dem Queckſilber einen Theil ihrer Wärme mittheilen, und sich dadurch verdichten: kurz sie gehen nur alsdann gänglich heraus, wenn neue dazu kommen, die durch das Feuer ihnen nachgetrieben werden.

711. So erleiden auch die in der Atmosphäre aufsteigenden **Dünste** einen Widerstand, der sie eher aufhält, als sie nach ihrer specifischen Schwere stehen bleiben sollten. Folglich ist alsdann die Luft mit einer specifisch leichtern Materie vermischt. Hieraus folgt, daß eine mit **Dünsten** vermischte Luftsäule nicht so stark drücke, als die andern, und daß an allen Orten, an welche die Winde eine große Menge **Luft, mit Dünsten vermischt** führen, das Barometer fallen müsse.

712. Ich habe Grund zu glauben, daß **Newton** eben diese Meinung gehabt habe: wenigstens findet sich in der **Optik** dieses großen Naturforschers eine Stelle, wo er ebendasselbe sagt. Sie gehört zu seiner Hypothese über die Entstehung neuer Luft bey der Auflösung der Körper. Er glaubte nemlich, wenn die Theile der festen Körper, die bey der Berührung fest zusammenhiengen, durch die Gährung oder eine große Hitze einmal getrennt wären, so stiessen sie einander alsdann zurück, entfernten sich von einander, und widerstünden der Näherung, und dieses brächte dann eine **wirkliche und bleibende Luft** hervor. „Und weil nun, sagt er, die Theilchen der bleibenden Luft größer sind, als die Theilchen der Dünste, und von dichtern Körpern herkommen, so ist die **wirkliche Luft schwerer, als die Dünste; und eine feuchte Atmosphäre ist leichter, als eine gleich große trockne Atmosphäre** *b*). Ich will seine Hypothese nicht untersuchen: ich habe nur diese Stelle (bey welcher sich keine weitere Erklärung befindet) an-

(*b*) *Traité d' optique* T. I. L. III. qu. 31. Traduct. de Coste. Amsterd. 1720. T. I. p. 567.

angeführt, um zu zeigen, daß es Newton als eine unbezweifelte Sache anführt, daß die mit Dünsten vermischte Luft leichter, als die reine sey.

Aus diesem Satze werden sich verschiedene Erscheinungen am Barometer sehr natürlich erklären lassen. Aber vorher muß man eine Schwierigkeit heben, die bisher sehr viele in Verlegenheit gesetzt hat.

713. Die Dünste, welche in der Atmosphäre aufsteigen, sind ein neuer Zuwachs ihrer Masse, der also ihr Gewicht vermehren muß. An dieser Klippe sind die meisten Naturforscher gescheitert, welche die Barometerveränderungen haben erklären wollen. Da dieser Zuwachs an Materie eine wesentliche Ursache der Veränderung des Drucks der Atmosphäre ist, so haben sie durch denselben erklären wollen, warum das Queckſilber im Barometer steige und falle, da doch die Erfahrung lehret, daß beym Fallen des Queckſilbers, welches einen geringern Druck der Luft anzeiget, die Atmosphäre die meisten Dünste enthält, weil alsdann Regen bevorstehet.

Dieser scheinbare Widerspruch zwischen einer gewiß vorhandenen Ursache, und der unwidersprechlichen Erfahrung, die ihr entgegen zu seyn scheinet, erklärt sich sehr leicht durch die geringe Wirkung, welche diese Ursache hervorbringt, d. i. durch die geringe Größe des Zuwachses, den die Masse der Atmosphäre erhält, wenn die Dünste, die durch den Regen wieder herabfallen, in sie aufgestiegen sind.

Selbst nach dem stärksten Regen, wenn er einen Tag über angehalten hat, haben wir kaum über einen **Zoll** hoch Wasser, welches ohngefehr soviel als eine **Linie** hoch Queckſilber beträgt. Dieß ist also die ganze Vermehrung des Drucks, die die Luftsäulen erhalten hatten, aus welchen der Regen gekommen ist. Diese Vermehrung würde das Queckſilber sicher durch ein Steigen um eine **Linie** angezeigt haben, wenn sie allgemein gewesen wäre, und sich also das Gleichgewicht zwischen den Säulen der Atmosphäre erhalten hätte. Aber es regnet an einem Orte, indem sich am andern **Dünſte** erheben: also kann sich die ganze Menge der Masse in der Atmosphäre nicht merklich vermehren.

Die Barometerveränderungen von einem oder zween Zollen kommen also nicht von Veränderungen in der Menge der Masse her; und also darf man auch die Erscheinungen nicht auf diese Ursache beziehen. Dieß hebt sogleich den scheinbaren Widerspruch auf.

714. Aber diese geringe Menge von **Wasser**, das sich in **Dünſte** verwandlet, ob sie gleich die Masse der Atmosphäre nicht sehr vermehret, vergrößert doch das Volumen der Säulen, in welchen sie aufsteiget. Diese Säulen ergieſſen sich über die benachbarten: und da die Materie, welche in ihnen zurückbleibt, specifisch leichter ist, als die reine Luft, so drücken sie weniger, als diejenigen, die aus reiner Luft bestehen, deren Druck noch ausserdem durch den Zuwachs von Masse zunimmt, die in sie aus denen mit **Dünſten** vermischten Säulen überfließt.

Wenn die Winde diese mit Dünsten vermischte Luft mit sich führen; oder wenn die Dünste, die aus dem Wasser und dem festen Lande aufsteigen, die specifische Schwere gewisser Luftsäulen so stark vermindert haben, daß das Fallen des Queckſilbers daselbst Regen anzeiget, so sieht man bald, daß die Dünste in ihnen einen großen Raum einnehmen. Denn sie verdichten sich, und bilden Wolken, die bis auf eine große Höhe gehen: zugleich zeigen die Hygrometer, daß auch der untere Theil der Luftsäulen mit Dünsten erfüllt sey. Und wenn das Queckſilber stark fällt, so werden fast allezeit die Sonnenstrahlen durch die Undurchsichtigkeit der Luft aufgehalten, wenn man auch gleich keine Wolken wahrnimmt (c).

Da die Dünste allezeit von unten hinauf steigen, und einander beständig nachfolgen, so wirken sie allezeit auf den dichtesten Theil der Atmosphäre, und also muß die Veränderung der specifischen Schwere einen großen Einfluß auf die Barometerhöhe haben.

Es ist schwer zu bestimmen, wie hoch die Dünste in der Atmosphäre steigen: aber ohne Zweifel ist die Höhe ungemein groß, und dieß um so viel mehr, je größer die Wärme ist.

Die Entstehung der Schloßen im Sommer ist ein Beweis der großen Höhe, auf welche sich die Dünste erheben, wenn man annimmt, wie es auch sehr wahrscheinlich ist, daß die Schloßen aus Dünsten entstehen, welche in der ungemeinen Höhe, bis auf welche sie steigen, so viel Wärme verlieren, daß sie

(c) Man s. die Anm. (b) §. 724.

sie gefrieren, und im Herabfallen auch diejenigen **Dünste**, denen sie begegnen, in Eis verwandlen, und mit sich nehmen. Der Kern von Schnee, den jede Schloße in sich enthält, ist ein Zeichen dieser Entstehungsart: denn der Schnee entsteht aus gefrornen Dünsten: und man kan sich leicht vorstellen, daß eine Schneeflocke so sehr erkältet werden kann, daß sie im Stande ist, so viel Wasser, als zu einer Schloße gehört, in Eis zu verwandlen.

Aber ohne auf diese Entstehung der **Schloßen** zu sehen, kan man schon daraus beweisen, daß die **Dünste** sehr hoch steigen, weil die Wolken weit über den höchsten mit Schnee bedeckten Spitzen der **Cordelieren** stehen. Eine dieser Spitzen, der **Chimboraço** ist auf 3200 Toisen hoch (*d*), und wenn man ein Barometer dahin bringen könnte, so würde das Queckſilber wenigstens um $\frac{4}{7}$ seiner Höhe am Ufer des Meers fallen; denn es würde daselbst nicht höher als auf 12 Zoll stehen.

Ich schließe hieraus, daß die Dünste in hinreichender Menge und hoch genug in die Atmosphäre aufsteigen, um durch ihre Vermischung mit derselben ihre specifische Schwere so stark zu vermindern, daß das gewöhnliche Fallen des Barometers daraus erfolgen kann. Von dem ausserordentlichen Fallen will ich in der Folge reden.

115.

(*d*) Hr. **de la Condamine** giebt in der *Mesure des trois prémiers degres du Meridien etc.* die Höhen der merkwürdigsten Berge in der Provinz Quito, deren Gipfel mit Schnee bedeckt sind, an. Der höchste darunter ist der Chimboraço, ein Vulkan, so wie die meisten hohen Spitzen der doppelten Kette, die diese Provinz umgiebt.

715. Wenn die in der Atmosphäre verbreiteten **Dünste** durch keine große Wärme ausgebreitet werden, so schwächen sie die Federkraft der Luft. Dies bemerkte Hr. **Bouguer** zu **Popayan**, einer Stadt im innersten der **Cordeliere**, welche etwas niedriger, als **Quito** liegt. **Die Dichte der Luft**, sagt dieser berühmte Gelehrte, **hat daselbst nicht mehr die vorige Verhältniß zur Barometerhöhe; sie wird etwas größer im Vergleich mit der letztern. Ich fand**, setzt er hinzu, **in der Beschaffenheit des Orts eine ganz natürliche Erklärung dieser Erscheinung: das Land ist zum Theil mit Holz bewachsen, der Boden ist ein feuchter Thon, und es ist also leicht zu begreifen, daß die daraus durch die Wärme aufsteigende Luft nicht so elastisch ist, als an offenern, höhern und trocknern Orten.** (Mém. de l'Ac. ann. 1753.)

Die Dichte einer mit **Dünsten** vermischten Luftsäule nimmt also von oben herab mehr zu, als die Dichte einer reinen; obgleich das ganze Gewicht der ersten geringer ist: weil bey einerley Temperatur die **Dünste** die specifische Schwere der Luft stärker vermindern, als sie ihre Federkraft schwächen: so, daß bey übrigens gleichen Umständen, und bey einer geringen Wärme der Unterschied der Barometerhöhen an zween verschiedentlich hohen Orten, größer seyn muß, wenn die Luft mit **Dünsten** vermischt, als wenn sie rein ist. Eben dieses zeigen die Beobachtungen, die ich zu Anfang dieses Capitels angeführet habe (666, 669).

716. Wenn es aber sehr warm ist, so müßen die **Dünste** eine entgegengesetzte Wirkung hervorbrin-

gen. Man weiß, wie sehr erhitzte **Dünste** in den **Feuermaschinen** die Luft verdünnen und verjagen, da man sich ihrer bedient, um einen **leeren Raum** hervorzubringen. Wenn also die in der Luft verbreiteten **Dünste** durch die Wärme sehr verdünnt werden, so widerstehen sie der Zusammendrückung noch mehr, als die Luft selbst, wenigstens erlangen sie unter gleichem Volumen durch einerley drückende Kraft weniger Dichte, als die Luft. Also muß alsdann eine mit Dünsten vermischte Luftsäule bey einerley drückender Kraft dünner seyn, als eine reine; und die nach dem Gesetz, daß die Dichte der Luft der drückenden Kraft proportional sey, berechneten **Höhen**, müßen zu klein werden. Auch dieses stimmt mit meinen Erfahrungen überein (669).

Aber da ich diese Erfahrungen anstellte, hatte ich nichts beobachtet, woraus ich auf den Zustand der Luft in Absicht auf die **Dünste** hätte schließen können, als Barometerhöhen an einem und ebendemselben Orte. Aber die Barometerhöhe eines Orts kan nur in dem Falle den Zustand des gemessenen Theils der Luftsäule in Absicht auf die **Dünste** anzeigen, wenn sich dieser Theil in dem mittlern Zustande der ganzen auf das Barometer drückenden Luftsäule befindet. Aber aus Ursachen, die ich in der Folge anzeigen werde, werden die **Dünste** nicht allezeit gleich stark durch die ganze Höhe der Säule verbreitet, und die Menge derselben kan in der ganzen Säule größer oder kleiner werden, ohne daß in dem gemeßenen Theile eine merkliche Veränderung vorgehet; es kann in diesem sogar eine entgegengesetzte Veränderung erfolgen. Die Barometerbeobachtung ist also nicht hinreichend, den Zustand der Luftsäule,

säule, welche man mißt, in Absicht auf die Menge der Dünste anzugeben, und folglich findet sich nicht eben allemal einerley Verhältniß zwischen den Veränderungen des Barometers u. Thermometers, und den Abwechselungen der Dichte dieses Theiles der Luftsäule. Eben dieses zeigen meine Erfahrungen ebenfalls.

Dies sind die Abweichungen von der Regel, welche die Dünste bey der Höhenmessung mit dem Barometer nothwendig hervorbringen müßen: und eben diese Abweichungen haben mich auf die Gedanken gebracht, daß das Queckſilber im stillstehenden Barometer falle, wenn sich die Luft mit Dünsten vermischt. Ich komme nun auf andere Beweise, welche die Verbindung dieser beyden Dinge mit einander bestätigen.

717. Die oben erwähnten Hygrometer sind nicht der einzige Beweiß, den die Erfahrung darbietet, daß Dünste in der Luft vorhanden sind, wenn das Barometer fällt: es wird dieser Satz durch viele andere Erscheinungen bestätiget, auf welche man immer nicht aufmerksam genung ist.

Die Landleute haben viele Zeichen, aus denen sie Regen vorhersagen, welche alle von der Feuchtigkeit der Luft abhängen. Ich will nur ein einziges anführen, dessen sie oft gegen mich gedacht haben. Wenn es regnen will, so überziehen sich die Lachen und andere stillstehende Wasser mit einem grünen Häutgen. Dieses Häutgen besteht aus kleinen schleimigten Wasserpflanzen, die auf der Oberfläche des Wassers wachsen, und dazu die Berührung der Luft, wie andere Pflanzen dieser Art, aber wahrscheinlich einer feuchten Luft nöthig haben.

Wenn man auf das Betragen der Thiere zu verschiednen Zeiten Achtung giebt, so findet man auch darinnen Anzeigen des Regens; in der Beschaffenheit ihrer Verrichtungen, in der Unruhe, die sie dabey bezeigen, in ihrem Geschrey, in der Vorsicht, die sie gebrauchen, sich für dem Regen in Sicherheit zu setzen, oder ihn ohne Schaden zu ertragen. Dies ist besonders in Absicht auf die Vögel, eine bekannte Sache.

Sie zeigen dadurch an, daß bey bevorstehendem Regen die Luft auf eine besondere Art in sie wirke. Der Unterschied kan nicht in der verschiedenen Schwere liegen: denn die Vögel fliegen oft von den höchsten Bergen auf die Pläne, und erleiden dabey noch eine viel größere Verschiedenheit des Drucks der Luft. Eben so wenig liegt in der verschiedenen Wärme: denn es regnet bey allerley Temperaturen über dem Eispunkte. Es muß also eine andere Beschaffenheit der Luft seyn, die den Thieren den bevorstehenden Regen anzeigt, und keine ist so geschickt, diese Wirkung auf ihren Körper hervorzubringen, als die größere oder geringere Feuchtigkeit.

718. Wenn wir, wie die Thiere, in dem Stande der Natur geblieben wären, so würden wir ohne Zweifel eben diese Anzeigen empfinden. Und noch, ob wir gleich viel von diesem zarten Gefühl verlohren haben, ob gleich unsere Kleidung die Luft abhält, unmittelbar auf unsern Körper zu wirken, und die Menge unserer Begriffe die Seele hindert, die zarten körperlichen Eindrücke wahrzunehmen, haben wir dennoch bisweilen Empfindungen solcher Anzeigen, und finden bey mehrerer Aufmerksamkeit, daß die Dünste die wahre Ursache derselben sind.

719. Man hat bemerkt, daß es Regen anzeige, wenn im Winter die Kälte plötzlich abnimmt. Diese Veränderung der Temperatur kömmt bisweilen vom Winde her; öfters ereignet sie sich auch zu solchen Zeiten, wenn die Luft ganz still scheinet: in beyden Fällen aber wird sie von den **Dünsten** verursachet, die sich in der Luft ausbreiten, und den Körpern das in ihnen enthaltne **Feuer** mittheilen.

720. Oft empfinden wir auch im Sommer eine plötzliche Vermehrung der Wärme, die ebenfalls Regen anzeiget, ob sie gleich nicht durch den Wind entstanden zu seyn scheinet. Alsdann sind es wiederum die in der Luft ausgebreiteten **Dünste**, welche in den Schichten, in welchen sie sich befinden, die Wärme der Sonnenstrahlen aufhalten: so daß sich diese Schichten mehr erwärmen, als wenn sie aus reiner Luft beständen (678.). Diese drückende Hitze nimmt nicht ab, wenn sich gleich die Wolken zusammengezogen haben, und die Sonne nicht mehr zu sehen ist. Aber so bald aus diesen Wolken ein starker Regen gefallen ist, hört sie bald auf, und es folgt ihr eine oft beschwerliche Kälte: denn der Regen nimmt den grösten Theil des in der Luft verbreiteten **Feuers** in sich, und theilt ihn der Erde, in die er eindringet, mit. Unsere Körper sind bey dieser Verminderung der Wärme empfindlicher, als die Thermometer; denn es wird aus ihnen ein großer Theil der natürlichen Wärme von der **feuchten** Luft angezogen, wie ich oben gesagt habe (697) (*e*).

(*e*) Was ich hier von der Verminderung der Wärme durch den Regen und von ihrer Wirkung auf unsern Körper sage,

721. Oft fühlen wir bey Annäherung des Regens eine unangenehme Empfindung, als wenn eine Last auf unsern Gliedern läge. Wer sich nicht in physikalische Betrachtungen einläßt, ist bald fertig mit der Erklärung; er sagt, es sey schwere Luft. Wer aber das Barometer beobachtet, sieht, daß sie eigentlich leichter geworden sey. Durch die Dünste läßt sich diese Erscheinung sehr leicht erklären. Diese erschlaffen die Fibern unserer Muskeln, welche alsdann mehr anschwellen müssen, um die nöthigen Bewegungen hervorzubringen (*f*): also werden die Lebensgeister oder der Nervensaft mehr erschöpft, eben so, wie es gehen würde, wenn wir große Lasten zu heben hätten, und es entsteht eben dieselbe Empfindung.

Endlich giebt es auch Personen, welche nur allzuempfindlich gegen die Veränderungen der Luft sind, die die Barometerveränderungen hervorbringen. Dieß sind diejenigen, die wegen ihrer Leibesbeschaffenheit, oder einer äußern Ursache, z. B. einer Verletzung oder Wunde gewißen von Zeit zu Zeit wiederkehren-

den

sage, bestätiget sich heut d. 21. Aug. 1764. Ich befinde mich nebst vielen Personen beym Caminfeuer auf dem Lande, wo uns der Regen zurückhält: das Thermometer steht auf + 8, da es vor dem Regen auf + 22 stand

(*f*) Ich sage mit Fleiß: **anschwellen**, um den Begrif bestimmter zu machen. Man mag aber über die Wirkung der Muskeln, welch System man wolle, annehmen, so bleibt allezeit soviel wahr, daß die Verlängerung ihrer Fibern die Empfindung der Müdigkeit verursachet. Der beste Schwimmer würde im lauen Wasser bald ermüden.

den Schmerzen unterworfen sind, welchen man den Namen der **Barometer** giebt, weil sie den Regen anzeigen. Sollte sich der Druck der Luft mit in diese Wirkung einmischen, so müßte dieselbe auch erfolgen, wenn sich solche Personen aus der Pläne auf die Berge begäben; sollte sie von der verschiedenen Wärme herkommen, so müßte sie sich nach dem Thermometer richten, und könnte keinen Regen anzeigen, welchen sie doch auf allen Höhen und zu jeder Jahrszeit vorhersaget. Man muß also ihre Ursache in Veränderungen einer andern Art suchen, denen die Luft unterworfen seyn muß, und dergleichen ist die verschiedene **Feuchtigkeit**. Denn auch an feuchten Orten erneuern sich diese Schmerzen, eben wie bey Annäherung eines Regens. Dieß ist also noch eine andere Art von **Hygroscop**, welches mehrentheils mit dem Barometer übereinstimmt, und uns wiederum zeiget, daß die Luft, wenn sie leichter wird, auch **feuchter** sey. Von den Ausnahmen werde ich bald reden.

Die meisten Erscheinungen an mineralischen und vegetabilischen Körpern (denn ein System, das man mit Grunde soll annehmen können, muß allen Erscheinungen Genüge leisten) habe ich oben erklärt, da ich zeigte, daß auch diese Körper eben so wie die thierischen, als **Hygroscope** den Regen anzeigen. Ich fahre nun fort, mein System auf andere Erscheinungen anzuwenden, welche ins besondere die Verbindung des Zustands der Luft mit den Veränderungen des **Hygrometers** und **Barometers** betreffen.

Erklärung der Erscheinungen, die mit den Barometerveränderungen in Verbindung stehen.

722. I. Erscheinung. Die mit Dünsten vermischte Luft wird durch die Winde von der Meeresfläche aus bis in die entferntesten Himmelsstriche geführt, und vermindert überall, wo sie durchgeht oder sich aufhält, den Druck der Atmosphäre: das Barometer muß also daselbst fallen (711.). Allein wenn die Menge dieser Luft nicht hinreichend ist, wenn die Winde kein Hinderniß finden, und ihrer Richtung ungestört folgen (g), oder wenn sie zu heftig sind, so werden sich aus diesen Dünsten keine Wolken bilden. Berühren also die Winde die Oberfläche der Erde nicht, so können sie Dünste mit sich führen, ohne daß man dieselben, im geringsten spüre.

723. IIte. Erscheinung. Wenn die Menge dieser mit Dünsten vermischten Luft größer ist, und von ihr nach und nach viel an einen und eben denselben Ort kömmt; so findet sich daselbst auch eine größere Menge von Dünsten; diese vereinigen ihre Kräfte, um den Widerstand zu überwinden, den die Luft ihrem Aufsteigen entgegensetzt, weil ihre Theilchen sich mit einander verbinden. Sie erheben sich also nach und nach, gerade wie die Luft im Queckſilber (710) bis sie in eine Schicht kommen, in welcher sie mit der Luft im Gleichgewichte stehen. In dieser sammlen sie sich, und bilden Wolken. Oft bilden sich diese sichtbaren Anhäufungen von Dünsten, ohne daß wir sehen, wo-

her

(g) Man sehe die folgende Anm.

her sie ihren Zuwachs erhalten: oft erscheinen sie am Himmel in Gestalt kleiner runder Flocken, welches gemeiniglich Regen anzeiget: oft ziehen sie sich ausser den Grenzen unsers Gesichtskreises zusammen, und werden uns hernach durch den Wind zugeführet.

Die **Wolken** verursachen keine merkliche Veränderung im Drucke der Atmosphäre, weil sie gemeiniglich einerley specifische Schwere mit der Luftschicht haben, in welcher sie sich aufhalten. Also fällt das Queckſilber nicht der **Wolken** wegen, sondern weil die Luft mit vielen Dünsten vermischt ist. Und wenn sich die **Wolken** nicht stark genug verdichten, so regnet es auch nicht.

724. IIIte **Erscheinung.** Wenn durch den **Ueberfluß** der **Dünste**, durch eine entgegenstehende Kette von Bergen, durch die Wirkung eines entgegengesetzten Windes (*h*), oder endlich durch den Widerstand, den die **Wolken** | selbst gegen die Winde,

(*h*) Im Anfange des Decembers 1763. habe ich an einem sehr merkwürdigen Beyspiele gesehen, wie viel ein entgegengesetzter Wind beytrage, die Dünste zu Schnee oder Regen zu verdichten, und zugleich, wie viel Dünste die Luft enthalten könne, ohne daß sie sich verdichten, wenn der Wind, der sie mit sich führt, kein Hinderniß auf seinem Wege antrifft. Eine starke Kälte hatte aus unserm See eine große Menge Nebel gezogen, die, wie gewöhnlich (695.) die untere Luft erwärmt hatten, deren Temperatur nur noch um die Gegend des Eispunktes stand, da sich inzwischen auf den Bergen, und in den Thälern, in welche die Nebel nicht hatten kommen können, das Thermometer kurz vor Sonnenuntergang auf — 8 der Scale von 80

Thei-

Winde, die sie führen, ausüben, diese Wolken verdichten, so berühren sich die Wasserkügelchen, und

Theilen hielt. Das Barometer stand zu Genf um 27 Zoll 4 Lin. und die Luft war still. Den 10ten dieses Monats erhob sich ein Südwind, das Barometer fiel, und da sich die Luft erwärmte, so stiegen die Nebel über die Berge hinauf, und bildeten hier und da Wolken, die sich mit den Dünsten vermischten, womit die Luft angefüllt war, wie sich hernach zeigte, als der Himmel hell ward (704). Dieß geschahe d. 12ten, und an diesem Tage war das Barometer schon sehr gefallen. Aber am 13ten Morgens erstaunte jedermann, der das Barometer beobachtete, das bey Menschen Gedenken nie so tief gestanden hatte; das meinige stand auf 25 Zoll 10 $\frac{3}{4}$ Lin. Das geringste, was die gemeinen Barometer noch über dieser Tiefe ansagen, ist Sturm: also verbreitete sich bald die Rede, das Barometer sey tief unter den Sturm gefallen, und man habe ein fürchterliches Ungewitter zu erwarten.

Ich untersuchte aufmerksam, was in der Luft vorgieng, und konnte keine Wolke entdecken, es mochte nun keine vorhanden seyn, oder die ungemeine Menge von Dünsten, die in der Luft schwebte, mochte sie unsichtbar machen. Es gieng ein gelinder Südwind, dessen Wehen gleichförmiger, als gewöhnlich, war. Allein ich entdeckte bald die augenscheinliche Ursache des tiefen Barometerfalls, weil ich die Luft so düster fand, als ich sie nie gesehen hatte. Es war aber dabey nichts zu fürchten; denn man sahe keine finstern Wolken, die sonst ihrer Dichte wegen herabsinken, die Luft zusammendrücken, und dadurch die heftigen Wirbelwinde verursachen, welche Vorboten der Stürme sind.

Das Barometer blieb nur kurze Zeit so tief: am 14ten stand es auf 26 Zoll, und die folgenden Tage stieg es nach und nach auf 26 Zoll, 3 Lin. Während dieser Zeit fiel ein wenig Regen. Endlich fieng es in

der

und verbinden sich mit einander: die Feuertheilchen verbinden sich ebenfalls, und gehen um desto leichter heraus, je dünner die Luft ist (677); selbst die Berge tragen dazu bey, sie in sich zu nehmen; es bilden sich Regentropfen, und fallen herab, weil sie nun schwerer als die Luft sind.

Ich habe diese Entstehung des **Regens** oft sehr deutlich auf den Bergen gesehen: hier ist ein Beyspiel von dieser Art, das sich vor meinen Augen zugetragen hat. Ich war ohngefehr eine Viertelmeile westwärts, von einem 200 Toisen hohen Berge entfernt, dessen gegen mich gekehrte Seite fast senkrecht abgeschnitten war. Die durch einen Ostwind getriebenen Wolken strichen an dem Gipfel des Berges hin, der sie anzuziehen schien: wenigstens verdichtete sich daselbst ein Theil ihrer Schicht, und ward so dicht und schwer, daß ihn die Luft nicht mehr halten konnte, und er also wie ein Strom wohl 50 **Toisen** tief herabschoß, worauf er sich dann in Regen auflöfete, und den Berg dem Auge nicht weiter verdeckte. Diese Wirkung war demjenigen sehr ähnlich, was man in den Affinirösen wahrnimmt:

das

der Nacht zwischen dem 18ten und 19ten an zu schneyen, bey einem Nordwestwinde, der etwas kälter, als der vorhergehende Südwind war: die Temperatur der Luft war um den Eispunkt. Ich untersuchte von Zeit zu Zeit am 19ten Morgens, was in der Luft den Schnee hervorbringen könnte, da sich doch 6 Tage lang die **Dünste** nicht verdichtet hatten, und es schien mir offenbar, daß er von der Wirkung der beyden entgegengesetzten Winde entstehe. Denn der Schnee ward erst von dem Nordwestwinde hin, und hierauf von dem Südwinde zurückgetrieben; und die ganze Zeit über, in welcher er fiel, von beyden Winden abwechselnd hin und hergewehet.

das Stück Roh-Eisen steht an der Oefnung, und wird hineingeschoben: inzwischen scheint doch das vordere Ende nicht fortzurücken, weil der hineingeschobene Theil sogleich abschmeltzt. Auf eben diese Art lößte sich die Wolke, fast immer in der nemlichen Höhe in **Regen** auf. Diese Erscheinung dauerte länger als eine Viertelstunde. Sie hörte mit einem scheinbaren Zurücktreten der **Wolken** gegen die Spitze des Berges auf. Die Wolken nemlich hörten auf herabzufallen, nicht, sich in **Regen** aufzulösen: bis endlich der Gipfel des Berges ganz sichtbar ward. In eben dem Augenblicke sahe ich die Entstehung einer Wolke von der Art, die ich oben (694). beschrieben habe: sie erschien zuerst wie eine kleine Flocke in der Gegend, in welcher sich der Regen vorher gebildet hatte. Sie stieg darauf immer höher, wobey sie beträchtlich zunahm, und erreichte endlich die Schicht, worin sich die Wolken befanden, wo ich sie aus dem Gesichte verlohr.

725. IVte **Erscheinung.** Die **mit Dünsten vermischte Luft** kan nach und nach in eine Gegend kommen, und daselöst die Stelle der trocknen einnehmen, ohne daß man den Wind, der sie führt, merklich spüre. Die Luft bleibt dieser **Dünste** ohngeachtet immer hell, weil sie fein und in geringer Menge vorhanden sind. In der Nacht werden sie durch die Verminderung der Wärme verdichtet, und der **Thau** fällt alsdann stärker, als die vorigen Tage, und verwandelt sich im Winter in **Reif**. Daher können die Beobachter der Wetteranzeigen sehr sicher Regen vorher sagen, wenn der **Thau** oder **Reif** häufiger fällt, als ihn sonst das Land oder die Jahrszeit hervorzubringen pflegt. Meistens stimmt auch

das

das Barometer mit dieser Anzeige überein: denn es fällt, wenn die Luft mit **Dünsten** vermischt ist, und nachdem dieses Fallen schneller oder langsamer geschieht, ist auch gemeiniglich der **Regen** näher oder entfernter.

726. Vte **Erscheinung.** Die Süd-Südwest- und Westwinde kommen zu uns von den größten Meeren her; also ist die Luft, die sie uns zuführen, sehr mit **Dünsten** vermischt: daher fällt bey ihnen das Barometer. Doch ist in der Größe ihrer Wirkungen dieser Unterschied, daß der Süd- und Südwestwind, die aus warmen Ländern kommen, verdünntere **Dünste** und leichtere Luft, als der Westwind bringen. Auch fällt gemeiniglich das Barometer beym Westwinde nicht so stark, als bey den ersteren.

Die Nord, Nordost- und Ostwinde kommen zu uns über festes Land: daher ist die Luft, die sie bringen, gemeiniglich trocken. Auch steigt bey ihnen das Barometer, besonders beym Nordostwinde, weil, er der trockenste und kältste ist.

Die Winde, bey denen das Barometer fällt, bringen **Regen**, und die, bey denen es steigt, **heitere Luft**: hieraus zeigt sich die Verbindung, in der beyderley Wirkungen untereinander und mit ihrer Ursache stehen.

727. VIte **Erscheinung.** Winde, die gemeiniglich die Luft erheitern, können bisweilen **Regen** bringen: und oft kann **gute Witterung** bey denen erfolgen, die sonst insgemein den Himmel trübe machen. Der erste Fall findet statt, wenn der Süd- und Südwestwind viel Wolken gen Norden geführet haben, die uns der Nordwind wieder zurück

rück bringt: der zweyte, wenn der Süd- und Südwestwind ohne **Dünste** zu uns kommen. Allein diese Fälle sind selten, und ihre Wirkungen dauren nicht lange. Bey ihnen scheint das Barometer nicht mit der Witterung übereinzustimmen.

728. VIIte **Erscheinung.** Wenn während eines herabfallenden **Regens** kein neuer Zufluß der mit **Dünsten vermischten** Luft erfolgt, so reißt der **Regen** selbst im Herabfallen die **Dünste**, die noch mit der untern Luft verbunden waren, mit sich fort, und es tritt **reine** Luft an ihre Stelle: oft führt auch ein anderer Wind reine Luft zu. Alsdann wird der Druck der Luft stärker, und das Barometer steigt, noch indem es regnet: wenn es aber fortfährt zu steigen, so ist es ein sicheres Zeichen, daß der Regen aufhören werde.

729. VIIIte **Erscheinung.** Wenn das Barometer nur deswegen steigt, weil der Wind, der die Dünste mit sich führte, aufgehört hat, so kann es noch eine Zeitlang **regnen**, nemlich so lange die **Wolken** noch dicht genug sind, um den Regen hervorzubringen; und diese Wolken können noch lang am Himmel bleiben, wenn es wegen der Verminderung ihrer Dichte zu regnen aufgehöret hat. Wenn aber die Barometerveränderung durch einen Wind entstanden ist, der trockne Luft bringt, dergleichen bey uns der Nordostwind ist, so lößt diese Luft, welche viel **Dünste** in sich nehmen kann, die Wolken gleichsam auf: ihre Theilchen trennen sich und vermischen sich aufs neue mit der Luft; wir sehen sie abnehmen und verschwinden, ehe sie Zeit haben, sich aus unserm Gesichtskreise hinwegzuziehen.

Bey einer Reise durch die Alpen habe ich eine besondere Erscheinung von dieser Art gesehen. Es hatte die Nacht vorher geregnet, aber durch einen gelinden Nordostwind war es hell geworden, und es waren nur noch wenige Wolken zwischen den Bergen übrig. Ich war schon weit in die Alpen hinein (*i*), und also sehr hoch, ob ich gleich in einem breitem Thale reisete.

Ich gieng von der Strasse ab, um die Bleywerke zu Pessei zu besuchen, und muste deswegen sehr hoch auf dem Berge steigen, um in die Schlucht zu kommen, die zu diesen Werken führt. Da ich in dieselbe kam, merkte ich den Nordostwind nicht mehr, der in dem großen Thale gieng, und sahe einen Zug Wolken auf mich zukommen, welche langsam an der Seite des mir gegenüber stehenden Berges hinzogen, fast in eben der Höhe, in der ich mich selbst befand. Ich vermuthete, diese Wolken würden einen schnellern Lauf und eine andere Richtung nehmen, wenn sie in das große Thal kämen: ich folgte ihnen daher mit meinen Augen: aber ich fand, daß sie an diesem Orte still zu stehen schienen. Ich glaubte anfänglich, der Wind lasse sie nicht heraus, und sie würden sich an der Oefnung der Schlucht anhäufen, weil der hintere Theil derselben sich noch immerfort bewegte. Allein auch dies geschah nicht, und dieser sonderbare Erfolg machte, daß ich meine Aufmerksamkeit verdoppelte. Ich blieb stehen, um diese Erscheinung weiter zu betrachten, und da der Ort, wo die Wolken still zu stehen schienen, nicht über 100 Toisen von mir entfernt war, so

(*i*) zu St. Maurice in Tarentaise.

so sahe ich deutlich, daß der Wind, so bald sie an diesen Ort kamen, eine kleine Bewegung an ihrer Spitze verursachte, und kleine Flocken davon abriß, die immer kleiner wurden, je weiter sie sich von der ganzen Masse entfernten, so, daß in Zeit von einer Stunde diese wenigstens 200 Toisen lange Reihe von **Wolken** gänzlich aufgelöset war. Ich sahe auch, daß die andern hin und her um den Berg schwebenden Wolken eben so zerstreuet wurden. Und endlich ward die Luft ganz heiter.

730. IXte **Erscheinung.** Wenn sich in einer Gegend eine große Menge von Dünsten versammlet, und sie sich dann, weil ihrer zu viel sind, bis in eine Luftschicht erheben, wo sie sich zu **Wolken** bilden (II. Ersch.); und alsdann ein Wind, der nur in dieser Schicht allein wehet, diese Wolken in eine Gegend führet, wo das Barometer **hoch** stehet: so können sich diese Wolken aus eben den Ursachen, welche die III. Ersch. bewirkten, verdichten, ohne daß das Barometer fällt, weil der Wind keine **Luft mit Dünsten vermischet** dahin gebracht hat. Es wird also in dieser Gegend regnen, da es doch in der andern, wo sich die Wolken bilden, und wo das Queckſilber im Barometer wegen der Menge der **Dünste** fällt, nicht regnet. Die Erfahrung lehrt, daß es solche Winde giebt, die nur in einzelnen Luftschichten wehen. Ich habe sie oft sehr heftig auf den Bergen gefunden, da die Luft am Fuße derselben ganz still war; oft habe ich auch den entgegengesetzten Fall wahrgenommen. Wenn der Himmel heiter ist, kann man diesen Unterschied in der Pläne nicht merken: wenn es aber Wolken in verschiedenen Höhen giebt; so ist es etwas sehr gewöhn-

wöhnliches, sie nach verschiedenen und oft sogar entgegengesetzten Richtungen laufen zu sehen.

731. Xte **Erscheinung.** Das Barometer richtet sich nach allen Veränderungen, die in der darüber stehenden Luftsäule vorgehen: aber das Hygrometer nur nach denjenigen, die sich in der Schicht, in welcher es sich befindet, zutragen. Daher können die Veränderungen beyder Werkzeuge weder proportional noch gleichförmig seyn. Zwar befindet sich die mit **Dünsten** vermischte Luft gemeiniglich in den untern Schichten der Atmosphäre, und das Hygrometer muß also meistentheils eine Vermehrung der **Feuchtigkeit** in der Luft anzeigen, wenn die Verminderung des **Drucks** durch das Fallen des Barometers angezeigt wird. Aber durch aufwärts gehende Winde, entgegenstehende Berge, entgegengesetzte Richtungen zweener Winde und mehrere besondere Ursachen, kann es geschehen, daß in eine Atmosphäre wenig oder gar nichts von dieser mit Dünsten vermischten Luft kömmt: und wenn dann das Hygrometer gerade in dieser Schicht steht, so wird es keine Vermehrung der Feuchtigkeit anzeigen, wenn gleich das Barometer fällt. Wenn sich hingegen ein Hygrometer an einem Orte befindet, in welchen eine besondere Ursache **Dünste** bringet, so wird es die **Feuchtigkeit** derselben anzeigen, ohne daß das Barometer merklich fällt: ja das Barometer kann dabey sogar aus andern Ursachen steigen, wenn dieselben auf das Hygrometer, wegen seiner Stellung, nicht wirken können.

732. XIte **Erscheinung.** Eben diese Umstände können auch die §. 665. angegebnen Abweichungen veranlassen. Denn wenn die Luft nur bis auf

eine gewisse Höhe mit Dünsten vermischt ist, so muß dieses einen großen Einfluß auf die Beobachtungen haben, die man in diesem Raume wegen der Höhenmessungen anstellt; aber dieser Einfluß muß desto geringer seyn, je höher das obere Barometer steht. Man muß also Ausnahmen von der allgemeinen Regel in den untern Standpunkten finden, weil die Dichte daselbst nicht mehr dem Drucke und der Wirkung der Wärme auf eine durchaus gleichförmige Luft proportional ist (715). Aber diese Ausnahmen können sich nicht bis auf die Orte erstrecken, welche über diese Dünste erhaben sind; man wird an denselben sogar entgegengesetzte Ausnahmen wahrnehmen, wenn die Luft oben in Proportion reiner, als unten mit Dünsten vermischt ist: weil meine Regel aus allen meinen Beobachtungen zusammengezogen ist, und also eine mittlere Feuchtigkeit voraussetzt. Die entgegengesetzten Ausnahmen finden statt, wenn die Luft unten reiner, und oben mehr mit Dünsten vermischt ist, als das Mittel, auf das sich meine Regel gründet, erfordert.

733. XIIte Erscheinung. Die Wärme dehnt die Luft aus, und vermindert ihren Druck. Aber weit stärker wirkt sie auf die Dünste. Je verschiedener also unter einem gewißen Himmelsstriche die Temperaturen des Winters und Sommers sind, je verschiedner ferner die Menge der Dünste ist, die die Luft zu verschiednen Zeiten enthält, desto größer muß auch daselbst der Raum der Barometerveränderungen seyn. Denn wenn zu der Wärme des Sommers, und zu den Dünsten, welche dieselbe allezeit hervorbringt, noch ein Wind kömmt, der eine

große

große Menge mit Dünsten vermischter Luft zuführet, so muß das Barometer sehr tief fallen. Dies ist die Ursache der großen Barometerveränderungen in den Nordländern, wo der Unterschied der Wärme im Sommer und Winter sehr beträchtlich ist, und die Mischung der Dünste mit der Luft von vielen veränderlichen Ursachen abhängt. Unter dem Aequator ist die Temperatur der Luft, daher auch ihr Zustand in Absicht auf die Dünste, viel gleichförmiger; und also sind daselbst die Barometerveränderungen nicht groß.

734. XIIIte Erscheinung. Wenn sich mit der bisher angeführten, eine andere Ursache der Barometerveränderungen verbindet, z. B. die Vermehrung oder Verminderung des Drucks in der ganzen Masse der Atmosphäre durch die größere oder geringere Menge der darinnen enthaltenen Dünste, die Ausdehnung oder Verdichtung durch die größere oder geringere Wärme, die größere oder geringere Anhäufung der Dünste an einem Orte, die Anhäufung der Luft durch entgegengesetzte Winde; wenn, sage ich, diese oder andere Ursachen sich mit der Hauptursache verbinden, so erfolgen alsdann Ausnahmen. Wenn solche Ursachen der Hauptursache entgegen wirken, so wird dadurch die gänzliche Wirkung geringer: wenn sie sich aber mit ihr vereinigen, wie dies geschehen kann, so erfolgen daraus die großen Veränderungen der Barometerhöhe, die gemeiniglich von kurzer Dauer sind.

735. Ich könnte noch weitläuftiger von der Verbindung der mit Dünsten vermischten und der reinen Luft handlen, und noch mehrere Erscheinungen daraus erklären: aber ich begnüge mich, gezeigt zu

haben, wie die Dünste die Haupturſachen der Barometerveränderungen ſind, und warum dieſe Veränderungen nicht eben in einer nothwendigen Verbindung mit Regen und guter Witterung ſtehen, ob ſie gleich bisweilen Anzeigen davon geben. Um dieſe Anzeigen gewißer zu machen, wird eine lange und durch mehrere Menſchenalter fortgeſetzte Reihe von Beobachtungen erfordert, um gewiße beſondere Erſcheinungen mit den Barometerveränderungen zu verbinden. Aber Beobachtungen in einem Lande würden in dem andern wenig nützen; daher habe ich mich auf die allgemeinſten Anzeigen eingeſchränkt.

Unterſuchung, welche man noch anzuſtellen hat, um die Höhenmeſſungen durch die Kenntniß der Wirkungen der Dünſte auf die Luft zu verbeſſern.

Ich komme wieder auf die Höhenmeſſungen mit dem Barometer zurück. Man kann von denen in dieſer Abſicht angeſtellten Beobachtungen zuverläſſigere Folgen als von den übrigen hoffen. Die Veränderungen eines feſtſtehenden Barometers ſind Wirkungen deſſen, was in der ganzen darüberſtehenden Säule vorgeht, wovon wir allemal nur einen kleinen Theil unterſuchen können. Bey Beobachtungen zur Höhenmeſſung aber können wir den Zuſtand der ganzen gemeſſenen Säule unterſuchen. Es kömmt alſo darauf an, daß man eine genauere Kenntniß von dem jedesmaligen Zuſtande der gemeſſenen Luftſäule zu erlangen ſuche.

1736. Ich habe die Haupturſache angegeben, die das Fallen des Queckſilbers in einem ſtillſtehenden

Baro-

Barometer verursachet: auch habe ich ihren Einfluß auf die Federkraft und die **absolute** und **relative** Dichte der Luftschichten erklärt, und dabey gezeigt, daß sie einen großen Theil der Ausnahmen, die sich noch bey meinen Beobachtungen finden, veranlaßen könne. Ich hätte also wohl meinen Resultaten mehr Gleichförmigkeit geben können, wenn ich noch eine hierauf abzielende Berichtigung bey meiner Regel angebracht hätte. Da ich aber bey den Beobachtungen selbst keine Rücksicht darauf genommen hatte, so würde diese Berichtigung sehr unvollkommen geworden seyn. Ich habe mich also begnüget zu beweisen, daß es möglich sey, diese größere Gleichförmigkeit zu erreichen.

737. Hier öfnet sich also ein neues Feld zu Beobachtungen uud Versuchen. Man sucht zu bestimmen, wie man eine durch die **Logarithmen** gefundene **Höhe** berichtigen müße, wenn die Luft mehr oder weniger, als bis auf einen gewißen Grad, mit **Dünsten** erfüllt, und diese **Dünste** mehr oder weniger, als bis auf einen gewißen Grad, erwärmt sind.

738. **Um das Gesetz** dieser **Berichtigung zu** entdecken, würde man wohl bey dem Barometer und Thermometer noch ein **Hygrometer**, das sich mit andern vergleichen ließe, brauchen müßen. Denn die Hauptsache ist, zu entdecken, ob es in der Luftsäule zwischen den beyden Standpunkten **Dünste** gebe, und wie groß deren Menge sey: denn wenn die **Dünste**, die das Fallen des Barometers verursachen, über dieser Säule stehen, so verändern sie nichts in dem allgemeinen Gesetze, das der Rechnung zum Grunde dient.

739. Wenn man hierzu gelangen könnte, so wäre es leicht, durch die Erfahrung zu bestimmen, 1) ob die Dünste bey jeder durch den obern Druck entstandnen Dichte der Luft, und folglich bey jeder Barometerhöhe auf einerley Art wirkten, 2) was für ein Verhältniß zwischen der durch Grade des Hygrometers ausgedrückten Menge der Dünste, und der Verminderung der Federkraft der Luft bey einer bestimmten Temperatur statt finde: oder noch deutlicher, was für einen proportionalen Theil der berechneten Höhe man für jeden Grad des Hygrometers bey dieser Temperatur davon abziehen oder hinzusetzen müße. Dies zeigt zugleich, daß es bequem seyn werde, die Null des Hygrometers auf den Grad der Feuchtigkeit zu setzen, für welchen die Logarithmen die Höhe unmittelbar in Tausendtheilen der Toise geben. 3) Würde man bestimmen können, was für eine Veränderung dieses Verhältniß leide, wenn die Wärme größer oder geringer ist, als der feste Punkt, wo die Dünste mit der Luft selbst gerade einerley ausdehnende Kraft haben.

Alles dies scheint auf den ersten Anblick sehr schwer und mühsam zu seyn. Aber ich habe oft erfahren, wie sehr sich die Schwierigkeiten vermindern, wenn man ihnen nur mit Muth entgegen arbeitet.

Zehntes Capitel.

Einige Mittel, bey den Höhenmessungen mit dem Barometer die Fehler zu vermeiden, welche aus denen in den vorhergehenden Capiteln angezeigten Ursachen dabey entstehen können.

Ich habe in den vorhergehenden Capiteln angezeigt, was ich für die Hauptursachen der Abweichungen halte, die sich noch in den Resultaten meiner Beobachtungen finden. Sie bestimmen die Absichten, in welchen man neue Untersuchungen anstellen muß, und man kann schon daraus die Hoffnung schöpfen, die Entdeckungen hierinnen noch weiter zu treiben. In Erwartung daß man sich durch neue Versuche von dem wirklichen Daseyn dieser Ursachen versichern, und ihre Wirkungen werde kennen lernen, will ich indeß einige Mittel anzeigen, die daraus entstehenden Fehler zu vermeiden.

740. Das erste Mittel, das oft allein hinreichend seyn wird, fließt aus dem, was ich bey meinen Beobachtungen bemerkt habe, daß die Ursachen, welche die Ausnahmen von den allgemeinen Regeln veranlassen, gröstentheils veränderlich sind, und selbst in kurzen Zeiträumen abwechseln. So oft man also an dem Orte, dessen Höhe man durch das Barometer mit der Höhe eines andern vergleichen will, einige Stunden lang bleiben kann, so muß man an beyden Standpunkten alle Viertelstunden übereinstimmende Beobachtungen machen, und daraus das Mittel nehmen. Je größer die Anzahl dieser Beobachtungen ist, desto näher wird dieses Mittel der

Genauigkeit kommen. Man sieht in meinen Beobachtungen auf Saleve viele Beweise davon, weil ich deren oft mehrere an einem Tage an ebendemselben Orte gemacht habe, deren Resultate von der wirklichen Höhe auf ganz entgegengesetzte Art abweichen. Und da diese Veränderungen von Stunde zu Stunde fast eben so groß als von einem Tage und von einer Jahrszeit zur andern sind, so kann ich den Nutzen dieses Verfahrens noch überdies durch meine mittlern Resultate für jeden Standpunkt beweisen, deren Genauigkeit man gesehen hat.

741. Wenn man aber nicht mehrere Beobachtungen an einem Orte anstellen könnte, so bleibt noch das Hülfsmittel übrig, daß man bey der mittlern Wärme des Morgens beobachte, welche man zu der Zeit findet, um welche die Sonne den fünften Theil ihres Tagbogens zurückgelegt hat (596); es sind wenige unter meinen um diese Zeit angestellten Beobachtungen, die nicht die Höhe des Orts mit einer großen Genauigkeit gäben. Ohne Zweifel ist um diese Zeit des Tages die Dichte der Luft am genausten so, wie sie die Temperatur erfordert: d. h. man ist um diese Zeit am weitsten von den Zeitpunkten entfernt, in welchen sich die plötzlichen Verdichtungen oder Ausdehnungen zuzutragen pflegen, welche wegen der Trägheit der Luft (659) das allgemeine Gesetz stören; vielleicht wirken auch zu dieser Zeit, da der Erdboden noch nicht so stark erwärmt ist, die Dünste und die zurückgeworfene Wärme nicht so stark, daß dadurch die Wirkung der allgemeinen Gesetze könnte geändert werden.

742. Wenn man eine Barometerbeobachtung mit der angezeigten Vorsicht angestellt hat, so muß

man

man alles anmerken, was sich mit Gewißheit von der Wärme des Orts, und den in der Luft verbreiteten Dünsten sagen läßt. Diese Anmerkungen werden vielleicht dienen, die Beobachtungen, in denen sich einiger Unterschied findet, zu vereinigen: vornehmlich können sie auf die Entdeckung der Regel führen, nach der sich diese kleinen Fehler berichtigen lassen.

743. Ueberhaupt ist es, um durch die Barometerbeobachtungen immer genauere Resultate zu erhalten, nothwendig, daß man sich gewöhne, auf die Umstände der Zeit und des Orts Achtung zu geben, und ihren Einfluß zu beurtheilen. Diese Vorsicht zeigt eben nicht ihren größten Nutzen bey den Höhenmessungen. Denn man wird bey einiger Aufmerksamkeit sehen, daß die gemessene Luftsäule, d. i. diejenige, die senkrecht über dem tiefsten Standpunkte steht, und bis an die Horizontalfläche des höhern geht, dem Einfluße dieser Ursachen nicht sehr ausgesetzt ist. Auch hat man gesehen, daß diese Messung schon zu einer großen Vollkommenheit ist gebracht worden. Aber man soll aus solchen Beobachtungen Mittel finden, den jedesmaligen Zustand der Luft an jedem Orte zu bestimmen: und dies ist eine für die Naturlehre sehr wichtige Sache. Ich werde darauf zurückkommen, wenn ich alles übrige, was zu den Höhenmessungen gehört, werde beygebracht haben.

Eilftes Capitel.

Vom Nivelliren der Strassen, und Bestimmung der Höhe der Städte durch das Barometer. Beyspiele von Messungen dieser Art.

744. Bisher habe ich bey meinen Regeln für die **Höhenmessungen** mit dem Barometer vorausgesetzt, daß die **correspondirenden** Beobachtungen an Orten gemacht würden, die nicht weit von einander entfernt wären: und man sieht bald, daß dies zur Genauigkeit nothwendig sey.

Der Zustand der Luft ändert sich unaufhörlich: und ob sie sich gleich vermöge ihrer Flüßigkeit beständig ins Gleichgewicht zu setzen sucht, so braucht es doch einige Zeit, ehe sie in dasselbe kömmt, und sie bleibt auch nicht lange darinnen. Wenn nun die Ursachen, welche ihre Dichte verändern, in einer Gegend wirken, so müssen ihre Wirkungen, sie mögen sich durch die Winde, die sie verursachen, so schnell sie wollen, in die Ferne fortpflanzen, doch an ihrer Quelle größer bleiben, als an allen andern Orten, bis die Ursachen endlich aufhören. Von dem Unterschiede, der daraus in den Verhältnißen der Barometerhöhen verschiedner Orte entsteht, hat man in den übereinstimmenden Beobachtungen zu **Genf**, **Genua** und **Turin**, desgleichen zu **Genf** und **Beaucaire** Beyspiele gesehen.

Daher muß man die Standpunkte des Barometers einander so nahe als möglich annehmen, wenn man die Unterschiede der Höhen genau erfahren will. Doch ist diese Regel nicht allzu streng zu nehmen;

z. B.

z. B. meine beyden höchſten Standpunkte auf Solève waren von dem Standpunkte in der Pläne, horizontal und in gerader Linie genommen, mehr als zwo franzöſiſche Meilen weit entfernt. Die Entfernung der Standpunkte bey Meſſung der Dole (643) war ohngefähr 4 Meilen, bey der Meſſung zu Sixt (645) 12 bis 13 Meilen. Und doch hat man geſehen, daß die Unterſchiede der Reſultate für verſchiedne Zeiten, ſelbſt in ſolchen Entfernungen, ſehr gering geweſen ſind.

745. Aber wenn man reiſet, und die auf dem Wege gemachten Beobachtungen beſtändig auf einerley Art vergleicht, ſo nimmt die Entfernung immer zu. Inzwiſchen iſt doch dies die ſicherſte Methode: weil gemeiniglich der Unterſchied des Zuſtands der Luft an einerley Orte in einer Zeit von fünf oder ſechs Stunden größer iſt, als an zween verſchiednen und ſehr entfernten Orten zu einerley Zeit. Alſo kann man nicht viel auf die Vergleichung ſolcher Beobachtungen untereinander rechnen, die auf einer Reiſe von Ort zu Ort gemacht ſind: ich will dies bald durch ein Beyſpiel von mehrern auf dieſe Art angeſtellten Meſſungen beſtätigen, welche merklich von einander abweichen.

Wenn man alſo auf dieſe Art **nivelliren** will, ſo muß man allezeit an einem beſtimmten Orte **übereinſtimmende** Beobachtungen anſtellen laſſen, und die auf der Reiſe gemachten damit vergleichen. Dies iſt die erſte Bedingung, die zu einem genauen Verfahren erfordert wird.

746. Die zwote, die ſich aus eben dieſer Betrachtung herleiten läſt, iſt, daß man ſich über gewiße Stunden vergleiche, zu welchen man beobach-

ten

ten will. Ich habe gefunden, daß man sicherer bey Beobachtungen geht, die genau zu einerley Zeit gemacht sind, als bey solchen, die auch nur um einen geringen Zeittheil von einander abstehen. Dies kömmt daher, daß man, wenn man zu einerley Zeit beobachtet, die größern Abweichungen vermeidet, welche davon herrühren, daß die Barometerveränderungen an einem Orte bald eher, bald später, als am andern anfangen. Wenn also die zu vergleichenden Beobachtungen nicht zu gleicher Zeit gemacht sind, so ist es eben so wahrscheinlich, daß die mögliche Abweichung kann zugenommen, als daß sie kann abgenommen haben. In diesem zweifelhaften Falle nun ist es besser auch die Wahrscheinlichkeit einer Verringerung der möglichen Abweichung zu vernachläßigen, um die Wahrscheinlichkeit einer Vergrösserung zu verhüten. Dies geschieht aber, wenn man zu gleicher Zeit beobachtet. Dabey ist man sicher, bey einer gewissen Anzahl von Beobachtungen an einerley Orten, nicht so große Abweichungen der einzelnen Resultate von dem mittlern zu erhalten.

747. Allein man kann doch auf der Reise nicht allemal zu den bestimmten Stunden beobachten. Der an dem bestimmten Orte bleibende Beobachter muß also um die verabredete Zeit mehrere Beobachtungen von Viertelstunde zu Viertelstunde anstellen, ja es ist gut, wenn er deren den ganzen Tag über so viele, als möglich macht, theils weil der Reisende vielleicht auch ausser der bestimmten Zeit einmal an einem besonders merkwürdigen Orte beobachten kann, theils aus folgender Ursache.

Auch der Reisende muß seine Beobachtungen an jedem Orte, so viel er kann, vervielfältigen, da-

zwischen aber jedesmal wenigstens eine Viertelstunde Zeit lassen. Man wird dadurch die von der Entfernung herrührenden Schwierigkeiten sehr vermindern. Wenn ich mich eine Zeitlang an einem Orte aufgehalten, und daselbst oft beobachtet habe, so hat sich das Mittel aus den durch die Beobachtungen dieses Tages gefundenen Höhen fast allezeit dem Mittel aus allen Beobachtungen mehrerer Tage genähert. Große Abweichungen sind auf eine Entfernung von 50 bis 60 französischen Meilen nicht von langer Dauer.

748. Es trägt viel zur Genauigkeit bey, wenn die Beobachtungen, mit denen der Reisende die seinigen vergleichen soll, auf dem Lande gemacht sind. Die Stadtluft hat fast niemahls die Temperatur der freyen. Im Sommer verhält sich in den Städten die Wärme, und widersteht der Kühle der der Nacht. Im Winter bleibt die Kälte fast unveränderlich: und man empfindet die Erwärmung nicht, die die Sonne den Tag über im freyen hervorbringt. Und doch ist es bey den Beobachtungen nothwendig, den Grad der Wärme der Luft genau zu messen. Man muß also in Absicht auf den festen Beobachtungsort das Land den Städten vorziehen, wenn man nicht in den letztern freye Orte findet, wo man ein solches Thermometer, wie ich (537 u. f.) beschrieben habe, in freyer Luft und an einem dem Winde und der Sonne so viel als möglich ausgesetzten Orte aufhängen kann. So sind alle die Beobachtungen zu Genf gemacht, mit denen ich die auf meinen Reisen gemachten verglichen habe. Endlich muß man, wenn der feste Beobachtungsort auf dem Lande ist, durch das Barometer oder auf eine andere Art die Höhe des Orts im Vergleich mit

einer

einer benachbarten Stadt oder Fluße suchen, oder überhaupt im Vergleich mit einem Orte, der bekannter, als ein Landhaus ist.

Eben so nöthig ist es, daß der **Reisende** den Ort wohl aussuche, wo er die Wärme der Luft beobachten will. Ich habe mein Thermometer allezeit an einem dem Winde und der Sonne wohl ausgesetzten Ort gehangen: und wenn ich keinen ofnen Ort, z. B. einen Garten, Hof, öffentlichen Platz, oder eine weite Gasse fand, so suchte ich den freysten Ort des Hauses, und hieng daselbst mein Thermometer vor das Fenster.

Dies sind die vornehmsten Vorsichtsregeln, die man in Acht nehmen muß, um Höhen mit dem Barometer in großen Entfernungen zu messen. Ein geschickter **Reisender** wird die Umstände, die ich übergehe, leicht ergänzen (*k*). Er wird z. B. leicht sehen, daß wenn sein Barometer auf dem Wege kälter oder wärmer geworden ist, als der Beobachtungsort, er ihm Zeit lassen müße, die Temperatur desselben anzunehmen, damit ihm sein Thermometer die Temperatur des Barometers desto genauer anzeige. Diese Sorgfalt in kleinen Umständen lernen aufmerksame Beobachter bald durch die Erfahrung.

749.

(*k*) Ich will in dieser Anmerkung den Reisenden eine Nachricht geben die für den Text zu sehr eine Kleinigkeit ist, u. die ihnen doch eine Verlegenheit ersparen kan, die ich bey meiner ersten Reise mit dem Barometer erfuhr. Man trift oft in den Wirthshäusern nichts an, woran man das Barometer hängen kann. Ich nehme daher einen kleinen Bohrer mit mir, den ich im Holze befestige, und am liebsten in den Fensterrahmen, weil da das Barometer am besten erleuchtet ist; wenn es nur zugleich für dem Anstoßen sicher ist, und sich leicht in die senkrechte Stellung bringen läßt.

749. Ich will nun einige Beyspiele von dieser Art zu nivelliren geben, und mit dem Wege von Genf nach Genua anfangen. Hierbey muß ich wiederholen, daß die Vergleichung der Höhen eines Orts, die man zu verschiedenen Zeiten gefunden hat, eine gute Prüfung meiner Methode sey (642). Es wird sich also ihr Grad der Zuverläßigkeit durch diese Beobachtungen zeigen, die ich auf meinen Reisen immer an einerley Orten angestellt habe.

Den Resultaten dieser Messung will ich noch die Höhen beyfügen, die ich durch Vergleichung bloß auf einander folgender Beobachtungen, die noch überdies nur kurze Zeiträume zwischen sich enthalten, gefunden habe. Die große Verschiedenheit der zu verschiednen Zeiten nach dieser Methode gefundenen Höhen wird zeigen, wie unsicher dieselbe sey: da sich hingegen in denen, die aus gleichzeitigen und auf einen festen obgleich entlegnen Ort verglichenen Beobachtungen, kein großer Unterschied findet.

Da man in den Wirthshäusern meistentheils im ersten Stockwerk wohnet, so habe ich allezeit im ersten Stockwerk beobachtet, oder meine Beobachtungen, nach abgerechnetem Unterschied, darauf bezogen. Wo ich Ursachen gehabt habe, anderswo zu beobachten, will ich dieselben anzeigen.

Alle Höhen über oder unter Genf beziehen sich auf die Fläche der Rhone, wo sie aus dem See tritt, im Sommer, wenn sie am höchsten ist. Ich will die Höhen über die Fläche des mittelländischen Meeres dazu setzen, die sich finden, wenn man zu den ersten 188 Toisen addirt, oder nach Befinden der Umstände abzieht. Diese 188 Toisen sind die Höhe des Sees über diese Meeresfläche, wie ich sie oben (647 u. f.) gefunden habe.

750. Nivellirung des Weges von Genf nach Turin, durch auf einander folgende Beobachtungen.

				Mittlere Höhen über den Genfersee im Sommer. Toisen
Crozeille	d. 17 Aug.	1762		207
Annecy	16 May.	1762	30	38
	16 Aug.	"	45	
St. Felix	16 Aug.	1762		14
				Tiefen unter eben dieser Fläche
Chambery	17 May.	1762	74	55
	15 Aug.	"	37	
Planese	17 May.	1762	"	35
Aiguebelle	27 May.	1757	43	33
	18 May.	1762	47	
	15 Aug.	=	8	
				Höhen über diese Fläche
la Chambre	18 May.	1762	40	61
	14 Aug.	"	81	
St. Michel	28 May.	1757	121	163
	19 May.	1762	551	
	14 Aug.	=	212	
Modane	28 May.	1757	303	344
	19 May.	1762	339	
	14 Aug.	"	391	
Braman	13 Aug.	=		478
Lans-le-Bourg	29 May.	1757	468	499
	20 May.	1762	489	
	13 Aug.	"	540	
la Ramasse	13 Aug.	"	"	846
Tovet-dessus	13 Aug.	(auf der Ostseite der Landstrasse.)		897

Toi-

				Toisen
Grand-Croix	29 May.	1757	726	745
	20 May.	1762	733	
	13 Aug.	"	775	
a Ferriere	20 May.	1762	510	531
	13 Aug.	"	552	
la Novalaise	29 May.	1757	201	219
	20 May.	1762	205	
	13 Aug.	"	250	
Suze	29 May.	1757	33	42
	21 May.	1762	50	

				Tiefen unter derselben Fläche
St Ambroise	21 May.		16	4
	12 Aug.		8	
Avilliane	30 May.	1757	0	36
Turin	30 May.		92	74
	21 May.	1762	76	
	11 Aug.		53	

751 Nivellirung des Weges von Genf nach Turin und Genua, durch übereinstimmende Beobachtungen mit denen zu Genf	Höhen über d. Genfersee im Sommer Toisen	Höhen über das mittelländische Meer Toisen
Genf, Fläche des Sees oder der Rhone im Sommer,	0	188
Crozeille d. 17 Aug. 1762	207	395
Anneci 16 May. 1762	36	225
16 Aug.	85	
	35	
St. Felix 16 Aug.	14	203

		Toisen Tiefen unter dieser Fläche	Toisen Höhen über der Fläche
Chambery	17 May. 1762 48 15 Aug. 47	47	141
Planese	17 May.	15	173
Aiguebelle	27 May. 1757 22 18 May. 1762 25 15 Aug. 22	23	165
laChambre	18 May. 64 14 Aug. 54	59	247
St. Michel	28 May. 1757 171 19 May. 1762 174 14 Aug. 180	175	363
Modane	28 May. 1757 355 19 May. 1762 353 14 Aug. 357	355	543
Braman	13 Aug.	434	622
Lans-le-Bourg	29 May. 1757 511 20 May. 1762 500 13 Aug. 502	504	692
la Ramasse	13 Aug.	806	997
Covet-dessus	13 Aug. der Strasse gen Osten	844	1032
Grand Croix	29 May. 1757 770 20 May. 1762 756 13 Aug. 741	756	944
la Ferriere	20 May. 529 13 Aug. 514	521	709

		Toisen	Toisen
la Novalaise	29 May. 1757 234 20 May. 1762 226 13 Aug. 212	224	412
Suze	29 May. 1757 72 21 May. 1762 66	69	257
		Tiefe unter der Fläche	
St. Ambroise	21 May. " 7 12 Aug. " 23	15	173
		Höhe über der Fläche	
Avilliane	30 May. 1757	1	189
		Tiefe unter der Fläche	
Turin	Grund des acad. Gebäudes (647)	65	123
Genua	Meeresfläche (647)	"	188

752 Nivellirung der Strasse von Genf nach Motier-Travers u. Neufchatel. 1763

	Höhen über den Genfersee im Sommer Toisen	Höhen über das mittelländische Meer Toisen
Genf	Fläche des Sees im Sommer	" 188
Nion	d. 21 Nov. am Ufer des Sees	3 " 191
Morges	d. 21 Nov. eben daselbst (sollte fast eben so hoch, als Nion seyn)	1 " 189
Goumoens d. 23		" 123 " 311

		Toisen	Toisen
Yverdon	{ebend. am Ufer des Sees von Neufchatel}	25 '	213
Bonvillard	d. 24. " "	50 "	238
Romeiron	{ein Dorf am Abhange des Berges, über welchen man von Bonvillard nach Motier-Travers gehet}	231 '	419
l' Invers	{über Tevenon, am höchsten Theil des Weges, der über den Berg gehet}	464 "	652
Piernou	{eine Meyerey auf dem Abhange des Berges gegen Motier-Travers}	372 "	560
Motier-Travers	{aus Beobachtungen vom 24 Nov.-7 Dec.}	182 "	370
Brot	{d. 7 Dec., ein Dorf auf dem Wege von Motier nach Neufchatel}	241 '	429
Neufchatel	d. 8. am Ufer des Sees	28 "	216

Aus der Beobachtung zu **Neufchatel** am **Ufer des Sees**, findet sich die Höhe desselben über den **Genferser** 28 **Toisen**: aus der zu **Yverdon** am Ufer eben desselben Sees findet sie sich nur 25 **Toisen**. Wenn man aus beyden Resultaten das Mittel nimmt, so hat man die Höhe des **Sees** von **Neufchatel** über den **Genfersee** $26\frac{1}{2}$, und über die Fläche des **mittelländischen Meeres** $214\frac{1}{2}$ **Toise.**

753. Nivellirung der Straſſe von Genf nach Bern, im Jun. 1764.

		Höhe über den Genferſee im Sommer Toiſen	Höhe über das mittelländiſche Meer Toiſen
Genf	Fläche des Sees im Sommer	0	188
Lauſanne	d. 26 Jun. im goldnen Löwen	72	260
	Den 16ten auf der Spitze des Hügels bey Lauſanne auf der Straſſe nach Moudon	270	458
Moudon	d. 16	72	
	d. 26	71	71 / 259
Payerne	d. 16	40	
	d. 26 u. 27	42	41 / 229
Morat	d. 17 im Adler	44	232
	Am Ufer des Sees	29	217
Bern	im Falken, aus Beobachtungen vom 18 bis 25	87	275
	Am Ufer der Aar	70	258

Aus einer Beobachtung auf dem Thurme der Hauptkirche zu **Bern**, an einem kleinen **Dachfenſter**, mit zwoen andern hernach gemachten verglichen, der einen unten an der Treppe des Thurms, der andern am Fuße der **Terraſſe**, auf welcher die Kirche ſteht, fand ich die Höhe dieſes **Dachfenſters** über den untern Theil der Treppe 160 Schuh, und über den Grund der **Terraſſe** 245 Schuh. Da ich nur ein Barometer hatte, konnte ich nicht ſehen, ob ſich in dem Zeitraume von 50 Minuten zwiſchen der erſten und letzten Beobachtung eine Veränderung in der Luft zugetragen hatte.

Die Beobachtung vom 17ten gab mir die Höhe des Sees von **Morat** über den **Genferſee** 29 **Toiſen**, der See von **Neufchatel** aber iſt nur 26½ Toiſe über den letztern erhaben. Die Seen von **Morat** und **Neufchatel** liegen einander gegenüber, und ſind nur durch einen Hügel getrennt: aber erſterer liegt in der That etwas höher, als der letztere; denn er endigt ſich in einen kleinen Fluß, welcher gegen den See von **Neufchatel** läuft, und ſich mit einem andern, der aus dieſem letztern See kömmt, verbindet.

754. **Nivellirung** der Straſſe von **Genf** nach Beaucaire durch Dauphine, im Jahr 1770

			Höhen über den Genferſee im Sommer Toiſen		Höhen über das mittelländiſche Meer Toiſen
Genf	Fläche des Sees im Sommer		0	.	188
Colonge	4 Jul.	63	62	.	250
	8 Aug.	62			
Chatillon	4 Jul.		76	=	264
la Voute	7 und 8 Aug.		63	.	251
Nantua	7 Aug.		53	.	241
Cerdon	oben auf dem Abhange wo der ſteile Felſen anfängt	5 Jul. 61	63	.	251
		7 Aug. 66	Tiefen unter dieſer Fläche		
	unten an dem Abhange auf der Landſtraſſe	5 Jul. 32	30	=	158
		7 Aug. 28			
Tinbournay	5 und 6 Jul.		93	.	135

Toi-

			Toisen	Toisen
Meximieux	6 Aug.		70	= 118
Mont-luel	6 Jul.	85	80	, 108
	6 Aug.	75		
Lion	4 Toisen über der Fläche der Rhone im Sommer, nach mehrern Beobachtungen im Jul. und Aug.		100	= 88
St. Saphorin	3 Aug.		84	, 104
le Prage	2 Aug.		91	, 97
Auriol	1 Aug.		128	, 60
Montlimar	30 Jul. u. 1 Aug.		129	, 59
Pierrelate	31 Jul.		155	, 33
Orange	30 u. 31 Jul.		155	, 33
Avignon	10 Jul.	173	174	= 14
	30 Jul.	175		
Beaucaire	7 Toisen über der Fläche der Rhone im Sommer, aus Beobachtungen vom 11 u. 30 Jul.		175	, 13

Am 8 Jul. beobachtete ich das Barometer auf dem Thurme der Kirche Fourviere zu Lion: einige Stunden darauf am Ufer der Rhone, am Fuß des Hügels, worauf die Kirche steht. Diese beyden Beobachtungen geben die Höhe des Thurms über die Fläche der Rhone 443 Schuh.

755. Nivellirung des Laufs der Rhone von Genf bis an das mittelländische Meer

		Tiefen unter der Fläche des Genfersees Toisen	Abfall von einem Orte zum andern Toisen	Höhen über das mittelländische Meer Toisen
bey Genf		0		188
bey Pont de Lucei	dieser Ort ist etwa 4 französl. Meilen von Genf entfernt. Die Rhone verbirgt sich daselbst unter einen Felsen, u. bleibt in einem Raume von einigen Toisen versteckt. Beobachtungen v. 8. Aug.	39	39	149
		65		
bey Lion	vom 6 bis 9 Jul. 105. vom 3 bis 6 Aug. 104	104		84
			14	
bey Condrieu	9 Jul.	118		70
			13	
bey Valence	9 Jul. 129 / 1 Aug. 133	131		57
			34	
bey St. Esprit	10 Jul.	165		23
			12	
bey Avignon	10 Jul. 176 / 30 - 178	177		11
			5	
bey Beaucaire	11 bis 30 Jul.	182		6
			6	
bey ihrer Mündung am mittelländischen Meere		188		0

Der

Der Abfall von **Condrieu** nach **Valence** scheint mir im Vergleich mit dem von **Valence** nach **St. Esprit** zu klein. Er ist dem Unterschiede der Entfernungen bey weitem nicht proportionirt; auch habe ich in dem Lauf der **Rhone** selbst keinen Unterschied der **Geschwindigkeit** gefunden, der dieser verschiednen Verhältniß der Abfälle zu den Entfernungen angemessen wäre. Ich halte aber die Beobachtung zu **Valence** vom 9 Jul. für sehr fehlerhaft, u. schätze **Valence** sogar noch niedriger, als es die Beobachtung vom 1 August giebt.

Ich will hier noch ein Verzeichniß aller **Messungen** geben, die ich mit dem Barometer auf den Bergen um **Genf** angestellet habe, damit man dieselben desto bequemer übersehen könne.

Höhen der bekanntesten Orte auf dem Gebirge Saleve.

	Höhe über den Genfer-see im Sommer Toisen	Höhen über das mittelländische Meer Toisen;
Boden von Pinchat gegen die Ziegelscheunen von Vessy, eine französ. Meile von Saleve. Grundfläche der Beobachtungen.	24	212
Gegen den Anfang der Stufen	122	310
Monetier	177	365
Gipfel des kleinen Saleve	267	455
la Grange des Arbres	413	601

	Toisen	Toisen
la Croix auf Trevin	454	642
Pitton, die höchste Spitze des Gebirges	512	700

756. Reise auf den Mole d. 28 Aug. 1763.

Die Granges des communes v. Aires	593	781
Der Gipfel des Mole	760	948

Reise auf die Dole d. 29. Jul. 1764.

Gingin	87	275
St. Sergue	338	526
Gipfel der Dole	658	846

Reise auf die Dole d. 20 Jul. 1765.

Bonmont unten am Schloße	111	299
la Grange du Boule	392	580
Das höchste Landhaus auf d. Dole	543	731
Gipfel der Dole	659	847

757. Reisen auf die Berge der Abtey Sixt in Faucigny

			Höhen über den Genfer-see im Sommer	Höhen über das mittelländische Meer
St. Joire	24 Aug. 1765		108	296
Taninge	24 Aug. 1765 24 Aug. 1770	160 $160\frac{1}{3}$	160	348
Sixt	25 Aug. 1765 24.25.26 Aug. 1770	187 $187\frac{1}{6}$	187	375
Granges des communes	25 Aug. 1765 26 Aug. 1770	646 $644\frac{5}{6}$	645	833
Grenier, am Fuß des Grenairon	25 Aug. 1765 25 Aug. 1770	1123 $1119\frac{2}{3}$	1121	1309

Höhen

		Höhen über den Genfer- see	Höhen über das mittel- ländische Sommer Meer
Grenairon	Gipfel der Montagne des communes d. 25 Aug. 1770	1204	- 1392
les Fonds	auf einem der höchſten Landhäuſer 21 — 24 Sept. 1770.	498	- 686
Graſſe-Chevre	eine Triſt gegen Süden von les Fonds, in einem zur Abtey Sixt gehörigen Landhauſe d. 22.	662	- 850
Plan de Léchaud	am höchſten Theile d. 25	892	- 1080
Gletſcher Buet	auf dem Gipfel d. 25.	1372	- 1560

758. Aus dieſen Beyſpielen kann man ſehen, daß dieſe Methode ſchon zuverläßig genug ſey, um gebraucht zu werden, und daß es ſich der Mühe verlohne, an ihrer Verbeſſerung zu arbeiten. An Bequemlichkeit kömmt ihr gewiß keine andere gleich, wenn man große Diſtanzen nivelliren will. Ich kann auf Reiſen mein Barometer ohne die geringſte Beſchwerlichkeit mit mir führen; die Beobachtungen ſelbſt verſchaffen eine angenehme Unterhaltung, und man kann auf dieſe Art den Weg mit Vergnügen und in kurzer Zeit **nivelliren** — eine Sache, die nach den gewöhnlichen Methoden ungemein viel Zeit und Mühe koſten würde.

Zwar erfordert ſie ſehr genaue **übereinſtimmende** Beobachtungen; d. i. derjenige, welcher ein Barometer auf der Reiſe beobachten will, muß einen

andern

andern suchen, der während seiner Abwesenheit an einem bestimmten Orte beobachtet. Und wenn die Reisen lang sind, muß dieser feste Beobachtungsort sogar verlegt werden, wenn die Beobachtungen recht zuverläßig seyn sollen. Doch der Geschmack an der Naturlehre ist ausgebreitet genug, daß man hoffen kann, wenigstens in jeder Stadt einen Liebhaber zu finden, der diesen nützlichen Zeitvertreib mit Vergnügen unternehmen wird.

759. Ein Mittel zu Verminderung dieser Schwierigkeiten wäre, wenn in jeder der vornehmsten Städte von Europa jemand die Mühe übernähme, einige Jahre lang das Barometer und Thermometer zu gewissen Stunden des Tages, z. B. um 8 Uhr des Morgens, um ein Uhr Nachmittags und um 10 Uhr des Abends, (denn dies scheinen die bequemsten Stunden für jedermann zu seyn) zu beobachten, und seine Beobachtungen alle Vierteljahre in den Journalen bekannt zu machen. Die Reisenden würden dadurch gesichert seyn, übereinstimmende Beobachtungen zu haben: und dies würde das Verlangen erwecken, diese Gelegenheit zu nutzen.

Solche Beobachtungen würden auch einen noch gewissern Vortheil verschaffen. Die Mittel aus ihren Resultaten würden dienen, ganz Europa wenigstens die Flächen aller Städte zu nivelliren, und man könnte alsdann ihrer Länge und Breite mit Sicherheit ihre Höhe über der Meeresfläche beyfügen. Man hat gesehen, wie ich die von Turin, Lion und Beaucaire gegen den Genfersee und gegen das mittelländische Meer bestimmt habe. Durch mehrere Beobachtungen würde man auch zu einer größern Genauigkeit gelangen.

Wenn

Wenn man dergleichen Beobachtungen auch auſſer unſerm feſten Lande und beſonders längſt aller Küſten anſtellte, ſo würde man daraus wichtige Entdeckungen über den Unterſchied der Höhen der Meere, über die Urſachen der Winde und Luftzüge, vielleicht auch über die Geſtalt der Erde erhalten. Gründliche und genaue Folgen würden ſich zwar erſt nach vielen und großen Schwierigkeiten ziehen laſſen: aber ſelbſt dieſe Schwierigkeiten würden lehrreich ſeyn. Sie würden nicht aus den Beobachtungen entſtehen, denn dieſe würden ſich überall leicht anſtellen laſſen, ſondern aus ihren Folgen, die freylich bey immer fortgeſetzten und an ſehr entfernten Orten angeſtellten Beobachtungen unter **ganzen** Säulen der Atmoſphäre auf ganz andere Grundſätze führen müßten, als gleichzeitige Beobachtungen an nahe gelegnen Orten, u. die ſich nur auf Theile von Luftſäulen beziehen. Solche Beobachtungen würden zu den ſcharfſinnigſten Unterſuchungen Anlaß geben, welche würdig wären, die größten Genies zu beſchäftigen.

Aber man pflegt jetzt ſo häufig den Apparatus für die Genauigkeit ſelbſt zu nehmen, daß ich dafür zittre, man werde durch ſchlechte Beobachtungen alles verderben. Wie viel fruchtbare Genies, würdig, Erfinder des wahren zu ſeyn, haben ſich unnützer Weiſe mit Erklärungen und Verbindungen von Chimären beſchäftiget! Alſo iſt es zu wünſchen, daß diejenigen, denen es an Gedult u. hinlänglicher Geſchicklichkeit im Beobachten fehlt, das Publicum lieber mit ihren Beyträgen verſchonen mögen.

Zwölf.

Zwölftes Capitel.

Verbindung der Wasserwage und des Winkelmessers mit dem Barometer zu Höhenmessungen. Messung des Mont-blanc in den Alpen von Faucigny.

760. Ich habe oben gesagt (507), daß mir mein Barometer zugleich zur **Wasserwage** diene. Ich will nun den Nutzen zeigen, den man aus diesem doppelten Gebrauch ziehen kann.

Zuerst folgt daraus, daß man nicht eben mit dem Barometer alle Orte, deren Höhe man messen will, besteigen müße: man kann durch die **Wasserwage** aus einer einzigen viele andere finden. Wenn man den Abhang eines Berges auf und ab steigt, und dabey beständig das Barometer beobachtet, und die **Wasserwage** gebraucht, so kann man die Höhe aller der Orte, die man sehen kann, entdecken. Ich bin ein wenig spät auf diese Ausdehnung der Höhenmessungen mit dem Barometer gekommen, und habe daher nicht viel Gebrauch davon gemacht. Aber ich darf sie nur anzeigen: man sieht auf den ersten Blick, wie vortheilhaft und bequem sie sey.

761. Man kann sogar mit diesem Gebrauche der **Wasserwage** einige leichte Anwendungen der **Trigonometrie** verbinden, und dadurch den Nutzen des Barometers zu Höhenmessungen noch weiter ausdehnen. Ich will davon ein Beyspiel geben.

Mein Bruder und ich hatten längst gewünscht, die Höhe des **Mont-blanc** oder der **Montagne maudi-**

maudire wissen zu können. Dieser Berg in Faucigny ist der höchste unter den Alpen, und wahrscheinlich der höchste auf der Erdkugel, wenn man die Cordelieren ausnimmt. Hr. Fatio de Duillier hatte seine Höhe geometrisch gemessen, und 2000 Toisen über den Genfersee gefunden (*l*). Aber seine Standlinie war zu klein, und zu sehr von dem Berge entfernt, als daß man sich von dieser Messung viel Genauigkeit versprechen könnte.

762. Wir hatten in dieser Absicht schon längst eine Standlinie von 4000 Fuß abgemessen. Man sahe von dieser Linie aus den Mont-blanc nicht: und sie sollte uns nur dienen, die Entfernung zweener Punkte auf benachbarten Bergen zu finden, von denen man ihn sehen konnte. Wir trafen diese Wahl darum, weil wir die Standlinie größtentheils auf dem Eise messen konnten. Aber der übrige Theil der Aufgabe erforderte viel Zeit, und wir hatten nie Muße genug, denselben zu unternehmen.

763. Die Höhe des Gletschers von Buet, von dem ich (646) gesprochen habe, seine Nähe am Mont-blanc, und die Lage des letztern, vermöge welcher man einen großen Theil desselben in der Gegend von Genf siehet, brachten uns auf die Gedanken, die Messung auf eine andere Art zu verrichten, da wir ohnedieß einer andern Absicht wegen den Gletscher besteigen musten. Wir erwählten daher folgendes Verfahren.

Zuerst

(*l*) *Remarque sur l'histoire naturelle des environs du lac de Genève.* Am Schluß des II. Bandes der *Histoire de Geneve par* Mr. Spon.

Zuerst suchten wir von der Spitze des **Gletschers** aus einen Punkt des **Mont-blanc**, der mit dieser Spitze in einer Horizontalebne lag, und den man in der Gegend um **Genf** sehen konnte. Nachdem wir denselben gefunden hatten, machten wir eine Zeichnung von dem Berge, und bemerkten diesen Punkt auf derselben. Bey unserer Zurückkunft nach **Genf** fanden wir einige Schwierigkeit, ihn von da aus zu entdecken. Denn fürs erste war es im Herbste, die Sonne war während unserer Reise tiefer hinabgestiegen, und erleuchtete den Theil des **Mont-blanc** fast gar nicht mehr, in welchem sich unser Gegenstand befand. Ueberdieß ward er auch von einigen Bergen verdeckt, die vor dem **Mont-blanc** stehen. Hätten wir dieses letzte Hinderniß vorausgesehen, so hätten wir leicht mehrere Punkte in einerley Horizontalebne aufnehmen, u. hernach den bequemsten davon wählen können. Diese Vorsicht will ich in dergleichen Fällen anrathen: denn man kann sich in dem Urtheil über die **Sichtbarkeit** der Gegenstände aus gewissen entfernten Orten leicht irren.

Inzwischen fanden wir doch unsern Punkt von den Anhöhen bey **Pregny** aus, eine halbe französische Meile von **Genf**, nahe am **See**. Doch war er nur bey Untergang der Sonne sichtbar. Wir nahmen sogleich die Winkel der scheinbaren Höhe über dem Horizonte, von diesem Punkte sowohl, als von dem Gipfel des Berges, und fanden folgendes:

Winkel am Gipfel des **Mont-blanc**	3°	14′
Winkel an dem Punkte, der dem **Gletscher von Buet** horizontal gegenüber steht	2°	2′

Höhe

Höhe des Gletschers von Buet über den Genfersee, mit dem Barometer gemessen (646) 8229 Schuh

Unsere Höhe über den See, aus Beobachtungen auf der Anhöhe bey Pregny, und am Ufer des Sees 170 Schuh

Höhe des Gletschers von Buet, und folglich auch des horizontal gegenüberstehenden Punkts am Mont blanc über den Standpunkt bey Pregny } 8059 Schuh

Setzt man also die Tangente von 2° 2′, gleich 8059 Schuhen, so findet man die Höhe des Mont-blanc über Pregny durch folgende Analogie:

3550 (Tang. 2° 2′): 8059 = 5649 (Tang. 3°14′): 12824

Aber diese Analogie setzt eine gleiche Entfernung der beyden Punkte, deren Winkel man genommen hat, von Pregny voraus. Nun ist der Gipfel des Mont-blanc weiter entfernt, als der dem Gipfel des Gletschers von Buet gegenüberstehende Punkt. Der horizontale Abstand beyder Punkte kann wohl 4000 Toisen betragen, welches für eine Entfernung von 227000 Schuh, welches der Abstand unsers Punktes von Pregny ist, die Höhe des Mont-blanc um 226 Schuh zu klein geben muß.

Wir haben also

Die berechnete Höhe des Mont-blanc über Pregny 12824 Schuh

Hierzu muß man wegen des Unterschieds in der Entfernung addiren 226

Höhe von **Pregny** über den **Genferſee** 170

Höhe des **Mont-blanc** über den **Genferſee** 13220 **Schuh**
2203 **Toiſen**

Höhe des **Genferſee** über das **mittelländiſche Meer** (647) 188

Höhe des **Mont-blanc** über das **mittelländiſche Meer** 2391 **Toiſen**.

Man hält insgemein den **Pic von Teneriffa** für den höchſten Berg der alten Welt, aber er iſt nicht ſo hoch, als der **Mont-blanc**: der P. **Feuillee**, der ihn 1704 geometriſch maß, fand ihn nur 2213 **Toiſen** über die Meeresfläche (*m*). Und nach den Bemerkungen, die die Herren **de la Condamine** und **Bouguer** über dieſe Meſſung machen, ſollte dieſe Höhe gar nur 2070 Toiſen betragen (281 Anm. (*f.*)).

Vielleicht wird dieſe Verbindung der Barometerbeobachtungen mit der praktiſchen Meßkunſt, durch welche man die Ausmeſſungen in vielen Fällen beträchtlich abkürzen kann, zu nützlichen Erfindungen Anlaß geben; wenigſtens iſt dies die Abſicht, in welcher ich ſie angezeigt habe.

(*m*) *Mém. de l' Acad. des Sc. de Paris. ann.* 1733. 12mo *p.* 60.

Dreyzehntes Capitel.

Barometerbeobachtungen des Hrn. Bouguer in Peru, und des Hrn. Abt de la Caille auf dem Vorgebirge der guten Hofnung, welche zeigen, daß die Ausdehnungen der Luft in allen Höhen und unter allen Himmelsstrichen einerley Gesetzen folgen.

764. Ich will zum Beschluß meiner Abhandlung von den Höhenmessungen mit dem Barometer, noch einige hiehergehörige Beobachtungen untersuchen, welche unter sehr entfernten Himmelsstrichen angestellet worden sind. Es liegt viel daran zu wissen, ob die Entfernung des Orts einen Einfluß auf die Veränderungen der Luft habe.

Ich habe schon mehrmal von der Formel geredet, welche Hr. **Bouguer** angegeben hat, um aus dem Falle des Queckſilbers im Barometer die Höhe der Orte zu finden. Diese Formel, die aus Beobachtungen in einem von dem unsrigen sehr verschiednen Himmelsstriche hergeleitet ist, ist in verschiedner Absicht von der meinigen unterschieden. Aber ich sehe doch, daß diese Verschiedenheiten keinen Unterschied in der Natur der Luft anzeigen, und daß sie sich sehr natürlich aus eben den Regeln herleiten lassen, aus welchen meine Formel fließt, und dieses will ich mit mehrerem beweisen.

Anwendung der obigen Regeln auf die Beobachtungen des Hrn. Bouguer in Peru.

765. Hr. Bouguer fand aus einer großen Anzahl von Beobachtungen auf bekannten Höhen der Cordelieren eine Formel, nach welcher die beobachteten Barometerfälle diese Höhen sehr genau gaben. Dies war eine sehr wichtige Entdeckung, welche zum wenigsten soviel anzeigte, daß etwas regelmäßiges in den Verdichtungen der Luft statt finde: sie verlohr aber viel von ihrem Werthe, als Hr. Bouguer, der seine Formel auf Beobachtungen in geringern Höhen anwenden wollte, merkte, daß sie daselbst nicht mehr mit den wirklichen Messungen übereinstimmte; daß man sie also gerade in derjenigen Gegend der Atmosphäre nicht brauchen könne, wo sie am nützlichsten seyn würde, d. i. in derjenigen, welche wir bewohnen.

Hr. Bouguer befand sich in einiger Verlegenheit über die Ursache dieses scheinbaren Unterschieds zwischen dem untern und dem höhern Theile der Atmosphäre, und erdachte daher sein System der ungleichen Federkraft der Lufttheilchen, von welchem ich im ersten Theile dieses Werks geredet habe. Glücklicherweise stimmt dieses System nicht mit der Erfahrung überein; denn wäre dies, so müste man nicht allein die Höhenmessungen mit dem Barometer aufgeben, sondern überhaupt die Hofnung, die jedesmahlige Dichte der Luft an jedem Orte zu bestimmen: woraus in der Naturlehre eine große Lücke entstehen würde.

Hr. Bouguer sahe wohl ein, daß er bloß eine Hypothese vortrüge, deren größter Vorzug darinnen bestand,

bestand, daß sie zu neuen Versuchen Anlaß gab, zu welchen er die Naturforscher mit dem Wunsche einlud, daß sie diesen Theil der allgemeinen Physik zu einer größern Vollkommenheit bringen möchten.

Als ich das Werk des Hrn. **Bouguer** zum erstenmale sahe, war ich sehr froh darüber, daß ich zu dieser Absicht etwas beytragen könnte: aber sein Tod hinderte mich, ihm zu benachrichtigen, daß die **Cordelieren** nicht die einzige Gegend wären, in welcher sich die **Luft** nach regelmäßigen Gesetzen verdichtete. Doch konnte ich den Erfolg meiner Bemühungen dem Hrn. **de la Condamine** mittheilen, welcher der Gefehrte des Hrn. **Bouguer** bey seinen Versuchen in diesem Himmelsstriche gewesen ist, und deren selbst eine große Menge angestellt hat. Man weiß, wie sehr ihm dieser Theil der Physik am Herzen lag, und der Antheil, den er an meinen Bemühungen nahm, hat mir keine geringe Aufmunterung gegeben. Ob ich gleich meine Beobachtungen auf keinen größern Höhen als 700 **Toisen** über der Meeresfläche habe anstellen können, und meine Regel also in dem untern Theile der Atmosphäre gefunden ist, so kann ich doch glauben, daß sie sich mit eben so viel und noch mehr Genauigkeit auf größere Höhen anwenden lasse. Denn ausser meinen Verbesserungen des Barometers, die diesem Werkzeuge eine allgemeine Brauchbarkeit geben, habe ich nichts in meine Methode gebracht, was nicht mit den allgemeinen Grundsätzen übereinstimmte, welche durch keinen Unterschied der Höhen geändert werden können. Man sieht sogar aus meinen Beobachtungen selbst, daß sie nach meiner Regel die Höhen desto genauer geben, je höher die Orte liegen, auf denen sie angestellt worden sind.

Inzwischen weicht doch die Regel des Hrn. **Bouguer** von der meinigen ab, ob sich gleich beyde auf die Erfahrung gründen. Man könnte dies damit beantworten, daß seine Beobachtungen in Amerika, die meinigen hingegen in Europa gemacht sind, und also der Unterschied des Himmelsstrichs einen Einfluß auf die Beschaffenheit der **Luft** haben könne. Aber diese Antwort würde die Schwierigkeit für einen einzelnen Fall auflösen, für das allgemeine aber nur vergrößern. Zum Glück kann ich sehr wohl zeigen, daß Hrn. **Bouguers** Beobachtungen selbst meine Regel bestätigen, und ich freue mich darüber um so viel mehr, weil ich dadurch Erfahrungen und Versuche brauchbar machen kann, welche mit großer Mühe von den vortreflichsten Köpfen angestellt worden sind, und vielleicht nie werden wiederhohlt werden können.

766. Um zu zeigen, was sich zwischen der Regel des Hrn. **Bouguer** und der meinigen für ein Unterschied finde, und wie gleichförmig dennoch die Resultate unserer Beobachtungen sind, will ich hier die vornehmsten Stellen seiner Abhandlung vorlegen, welche uns von dieser Regel selbst und von den Erfahrungen, die ihr zum Grunde gedient haben, einen Begrif machen können.

„(*n*) Wenn man den Unterschied der Logarithmen derer in Linien ausgedrückten Barometerhöhen „nimmt, und davon die vier ersten Zifern nach der „Kennzifer behält, so darf man von denselben nur „ihren dreyßigsten Theil abziehen, um die Höhe des „Berges in Toisen zu erhalten.

„(*o*) Man hat bisher immer die absolute Höhe „der Berge unmittelbar finden wollen, und dabey „die

(*n*) *Mém. de l' Acad. des Sc. ann.* 1753. in 12. p. 776 in 4. p. 619.

(*o*) *Ibid.* in 12. p. 791. in 4. p. 629.

„die Meeresfläche zum Grunde angenommen; aber „die angeführten Ursachen zeigen, daß man das Verfahren nothwendig umkehren, und von sehr hohen „Orten ausgehen müße, welche in der obern Gegend „der Atmosphäre liegen, wo die Federkraft der Luft „immer gleich stark bleibt, und die Barometerhöhe „zugleich weniger veränderlich ist. Auch ist zu bemerken, daß wir der Umstände wegen, in denen „wir uns befanden, unsere Barometer stets haben „füllen müssen, ohne das Quecksilber darinnen zu „kochen. Wenn man also Beobachtungen hat, „die unter eben diesen Umständen auf den höchsten „Bergen von Europa angestellet sind, so kann man „aus dem Unterschiede der Logarithmen finden, um „wie viel niedriger sie sind, als die Cordelieren „in Peru, und daraus auf ihre absolute Höhe schliessen. So hat z. B. der P. Sebastian Truchet „auf dem Mont d'or die Barometerhöhe 22 Zoll „2 Lin. gefunden: diese Beobachtung, verglichen „mit der auf dem Pichincha, wo die Barometerhöhe 15 Zoll 11 Lin. ist, zeigt, daß der Mont d'or „um 1391 Toisen niedriger sey, als der letztere „Berg, daß er also 1043 Toisen Höhe habe, welches nur um 5 Toisen von der Höhe (1048 Toisen) „abweicht, die Hr. Cassini geometrisch bestimmt „hat.„

767. Um mich nicht in allzugroße Weitläuftigkeit bey der Vergleichung meiner und der Bouguerischen Versuche und Regeln einzulassen, will ich den Unterschied, der sich zwischen beyden findet, oder das, was ich bey dem Hrn. Bouguer für fehlerhaft halte, auf folgende vier Punkte bringen.

1. Sein Barometer war nicht durch das Kochen von Luft gereiniget, und bestand aus einer geraden, in einem Gefäß mit Queckſilber ſtehenden Röhre. Aus dieſen beyden Urſachen mußte daſſelbe niedriger ſtehen, als das meinige, welches ſorgfältig von Luft gereiniget war, und aus einer bloßen gekrümmten Röhre beſtand (346 u. 384.). Aus dieſer erſten Verſchiedenheit der Bouguerischen und meiner Methode, da nemlich ſein Barometer allezeit tiefer, als das meinige ſtehen muſte, folgt, daß bey gleichen Unterſchieden der Barometerhöhen, der Unterſchied der **Logarithmen** in den Bouguerischen Beobachtungen größer ſeyn müße, als in den meinigen, weil für gleich weit von einander abſtehende Zahlen, die Unterſchiede der Logarithmen deſto größer werden, je kleiner die Zahlen ſind (556).

2. Die Berichtigung der Barometerhöhen, die ich vornehme, wenn die Temperatur von einem gewiſſen angenommenen Punkte abweicht, bringen dieſe Höhen auf das, was ſie ſeyn würden, wenn das Barometer beſtändig einerley Grad der Wärme hätte. Hr. **Bouguer** ſtellt dieſe Berichtigung nicht an, und doch muſten bey zunehmender Wärme ſeine Barometer fallen, weil ſie nicht durchs Feuer von der Luft gereiniget waren (353.). Alſo gab es noch auſſer denen Veränderungen, welche die verſchiedne Höhe der Orte verurſachte, andere an ſeinen Barometern, die von der Verſchiedenheit der Wärme herkamen, u. die er nicht in Rechnung gebracht hat.

3. In den Barometerbeobachtungen, die zu Höhenmeſſungen beſtimmt ſind, ſehe ich auf den Grad der Wärme der Luft, und bringe alle Beobachtungen auf einerley beſtimmte Temperatur (372). Auch

diese Berichtigung hat Hr. **Bouguer** nicht vorgenommen.

4. Endlich zieht er von der durch die Logarithmen gefundenen Höhe allezeit ihren dreyßigsten Theil ab, anstatt daß ich keine bestimmte Veränderung damit vornehme. Es giebt sogar eine Temperatur der Luft, für welche ich sie ganz unverändert lasse, weil bey dieser Temperatur die Logarithmen sogleich die richtige Höhe geben (587).

Daß Hr. **Bouguer** die **Kennzifer** der Logarithmen wegläßt, sehe ich als keinen wesentlichen Unterschied an: sie ist immer eben dieselbe für alle Logarithmen der Barometerhöhen, die man beobachten kann: inzwischen ist sie doch bisweilen nothwendig, wie die Folge lehren wird.

768. Die angegebnen Abweichungen unserer Methoden aber sind in der That wesentlich. Dennoch aber können in einzelnen Fällen aus beyden einerley Resultate kommen: dies läst sich auch aus den Umständen erklären, welche die Versuche des Hrn. Bouguer begleiteten. Ich will diese Umstände und ihre Folgen anführen.

769. Zuerst muß ich bemerken, daß die beyden ersten Fehler der Bouguerischen Methode einander in seinen Beobachtungen können aufgehoben haben.

Man weiß, daß die Wärme immer abnimmt, je höher man auf den Bergen steigt. Die Gebirge in **Peru** machen davon keine Ausnahme, denn ihre Gipfel sind mit Schnee bedeckt. Da nun die Barometer des Hrn. **Bouguer** so beschaffen waren, daß sie desto höher standen, je geringer die Wärme war, so musten sie an dem obern Standpunkte zu hoch im

Ver-

Vergleich mit dem untern stehen, oder, welches auf eben dasselbe hinausläuft, sie konnten im Steigen nicht um so viel fallen, als sie ohne diesen Fehler würden gefallen seyn. Der Unterschied der Barometerhöhen in beyden Standpunkten war also geringer, als er hätte seyn sollen, und also war der Unterschied der Logarithmen zu klein, um die richtige Höhe der Orte zu geben. Aber der erste Fehler der Bouguerischen Methode machte eben diesen Unterschied der Logarithmen zu groß (767. 1.). Also haben sich die Folgen beyder Fehler aufheben, und die Resultate, wenn man bloß auf die Unterschiede der Logarithmen sieht, einerley seyn können.

770. In den beyden letztern Abweichungen beyder Methoden von einander findet sich noch mehr Wahrscheinlichkeit eines gegenseitigen Aufhebens. Hr. **Bouguer** sieht nicht auf die Temperatur der Luft während der Beobachtungen, sondern zieht seinen Versuchen zufolge allezeit den dreyßigsten Theil von dem Unterschiede der Logarithmen beyder Barometerhöhen ab. Eben so viel ziehe auch ich ab, wenn die Wärme der Luft nach meinem Thermometer — $16\frac{2}{3}$ ist (611.), welches beynahe der Punkt der gemäßigten Temperatur ist. Nun kann ich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, eben dies sey der mittlere Grad der Wärme der Atmosphäre in den Orten, wo Hr. **Bouguer** beobachtet hat; denn alle Erzählungen der Reisenden stimmen mit der seinigen darinnen überein, daß auf der mittlern Höhe der **Cordeliere** ein beständiger Frühling sey (*p*).

721.

(*p*) „Hr. **Bouguer** sagt hierüber in einer Abhandlung „von der Ausdehnung der Metalle folgendes (Mém. de l' „Ac. des Sc. de Paris. 1745): So oft ich von Quito geredet „habe,

771. Es ist noch etwas bey den Versuchendes Hrn. **Bouguer** zu erklären, nemlich ihre Uebereinstimmung mit denen, welche die Herren **de la Condamine** und **Godin** angestellet haben, da sie doch die Vorsicht, die ich als nothwendig angebe, dabey nicht gebraucht haben. Ich schreibe diese Uebereinstimmung einer glücklichen Vereinigung günstiger Umstände zu, welche man sich gar leicht vorstellen kann. Was ich eben über die Gleichförmigkeit der Temperatur der Luft in der mittlern Höhe der **Cordelieren** gesagt habe, hebt schon einen großen Theil dieser Schwierigkeit auf. Denn dieser Umstand befördert die Gleichförmigkeit nicht allein des Drucks der Atmosphäre, sondern auch der Verhältniß der Barometerhöhen an Orten von verschiedner Höhe, ob man gleich keine Berichtigung für den Unterschied der Wärme des Queckſilbers vornimmt. Hierzu kömmt noch, daß sich in diesen Gegenden nach den Beobachtungen der Herren **de la Condamine** und **Godin** das Barometer fast gar nicht ändert.

Man darf also die Uebereinstimmung der Beobachtungen dieser Gelehrten nicht daraus erklären, daß

„habe, habe ich gesagt, daß sich die Temperatur in dieser Stadt das ganze Jahr hindurch mit derjenigen vergleichen lasse, die wir in Frankreich mitten im Frühling „und mitten im Herbste haben. Es giebt nicht allein die „Luft, in der Hauptstadt sowohl, als auf dem Lande, „wo es immer grün bleibt, das gemäßigte Clima zu „erkennen, sondern es steht auch das Reaumurische „Thermometer gemeiniglich auf 13 oder 14 Grad.“ Da nun die erwähnten Beobachtungen des Hrn. Bouguer auf Bergen gemacht sind, die viel höher als Quito liegen, so kann man ohne merklichen Fehler annehmen, die mittlere Temperatur der gemessenen Luftsäule sey die gemäßigte, d. i. ohngefähr um 10 Reaumurische Grade gewesen.

daß sich etwa die Veränderungen der Atmosphäre einander aufgehoben hätten, welches man schwerlich annehmen könnte, sondern man muß sie vielmehr aus einem besondern Zusammenfluß von Gleichförmigkeiten herleiten, die dem Clima, worinnen sie angestellt wnrden, besonders eigen sind. Man muß auch bemerken, daß die Orte, auf welche sie diese Beobachtungen bezogen, mehr als 1000 **Toisen** über die Meeresfläche erhoben waren: welches den unveränderten Zustand der Atmosphäre noch wahrscheinlicher macht. Hr. **Bouguer** selbst bemerkt, daß er nicht mehr das vorige Gesetz antraf, wenn er tiefer hinabstieg.

772. Alles was ich im obigen von den Abwechselungen gesagt habe, denen der untere Theil der Atmosphäre ausgesetzt ist, und was man von den Barometerveränderungen auf den Europäischen Gebirgen weiß, streitet mit dem Gedanken des Hrn. **Bouguer**, daß man bey Höhenmessungen mit dem Barometer jede neue Beobachtung mit irgend einer vergleichen müße, die er auf einer Spitze der **Cordelieren** von bekannter Höhe gemacht habe.

Diese Methode ist ihm zwar bey Ausmessung des **Mont-d'-or** in Auvergne und Vergleichung desselben mit dem **Pichincha** wohl gelungen. Er bediente sich dabey einer Beobachtung des **P. Sebastian Truchet**, der im Jahr 1705 auf dem **Mont-d'-or** die Barometerhöhe 22 Zoll 2 Lin. gefunden hat. Aber diese Barometerhöhe ist veränderlich. Man sieht aus den Memoires de l'Academie vom Jahre 1740, daß Hr. **Cassini de Thury** an ebendemselben Orte das Barometer auf 22 Zoll 5 Lin. gefunden habe, wodurch sich schon das Resultat der

Rech-

Rechnung um 47 Toisen vermindert. Ich bin sogar überzeugt, daß dieser Unterschied noch größer werden könne: denn es regnete bey der Beobachtung des Hrn. Cassini, und man kann daher glauben, daß das Queckſilber noch höher würde gestanden haben, wenn der Himmel heiter gewesen wäre. Alsdann wäre der Unterschied der Beobachtung auf dem Mont d'or von der auf dem Pichincha noch größer gewesen, und die Höhe des erstern wäre also noch kleiner gefunden worden. Denn je größer die Barometerhöhe auf dem Mont-d'-or wird, desto mehr weicht sie von der auf dem Pichincha, welche kleiner ist, ab; desto mehr scheint also der Gipfel des Mont-d'-or unter dem Gipfel des Pichincha vertieft.

773. Ich stimme darinnen mit Hrn. Bouguer überein, daß man nicht die absolute Höhe der Orte von der Meeresfläche an suchen müße (550.). Man kann aber die Höhe eines Bergs über einen andern gegebnen Ort finden, wenn man an beyden das Barometer zu gleicher Zeit beobachtet. Dies beweisen meine Versuche deutlich.

774. Hätte Hr. Bouguer nicht so viel Gleichförmigkeit zwischen seinen und der Herren de la Condamine und Godin Resultaten gefunden, sondern vielmehr eben die Veränderungen darinnen angetroffen, die er bemerkte, sobald er unter Quito herabstieg, so würde er vermöge der Fruchtbarkeit seines Genies gewiß die Ursachen davon errathen haben. Aber der Mangel an Muße und guten Werkzeugen würde ihm vielleicht nicht erlaubt haben, seine Untersuchungen weiter zu treiben. Man hat also die Gleichförmigkeit des Zustands der Luft bey

den

den vornehmsten dieser Beobachtungen als einen sehr vortheilhaften Umstand anzusehen. Ich insbesondere habe diesem Umstande und den Bemühungen dieser Gelehrten einen sehr starken Beweiß dafür zu danken, daß meine Regel mit gutem Erfolg auf die Messung der größten Höhen in den entferntesten Ländern könne angewandt werden: weil ich gezeigt habe, daß sie sehr natürlich mit ihren Beobachtungen auf den höchsten Bergen der Erde, und unter einem von dem unsrigen sehr verschiednen Himmelsstriche übereinstimme.

Anwendung eben dieser Regeln auf die Beobachtungen des Hrn. Abt de la Caille auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung.

775. Diesen aus den Beobachtungen in Peru gezognen Beweisen der Allgemeinheit meiner Regel, kann ich noch einen andern beyfügen, der sie noch mehr bestätiget. Ich ziehe ihn aus einer Abhandlung des Hrn. Abt **de la Caille**, die den Titul führet: *Diverses observations Astronomiques et Physiques faites au Cap de bonne Esperance* (Mém. de l'Ac. ann. 1751.). Unter andern wichtigen Bemerkungen findet man daselbst Barometerbeobachtungen, die auf dem sogenannten **Tafelberge** gemacht sind. Hr. **de la Caille** hat die meisten Umstände, von welchen sie begleitet wurden, angeführt: und ich kann sie daher leicht mit den meinigen vergleichen. Ich stelle diese Untersuchung um so viel lieber an, da sie zeigt, was für Vortheile man aus wohl beschriebenen Beobachtungen ziehen kann, und also die Umständlichkeit, in die ich

mich

mich eingelassen habe, und die bisweilen zu weitläuftig scheinen könnte, rechtfertiget.

776. Hr. de la Caille maß zuerst geometrisch die Höhe zweyer Zeichen, die er auf der Tafel aufgestellt hatte, und fand sie für das östliche $534\frac{1}{2}$, für das westliche $542\frac{1}{2}$ Toise: beyde Höhen von der Meeresfläche aus gerechnet.

777. Den 22 Sept. 1751 beobachtete er an einem beym Feuer gefüllten Barometer den Stand desselben bey beyden Zeichen, und fand denselben am östlichen um $11\frac{1}{2}$ Uhr Vormittags 24 Zoll $10\frac{2}{5}$ Lin., am westlichen um $12\frac{1}{2}$ Uhr, 24 Zoll 9 Lin.

778. Das Barometer, mit welchem die auf dem Berge gemachten Beobachtungen verglichen werden sollten, stand auf der Sternwarte des Hrn. de la Caille, 12 bis 15 Schuh über der Meersfläche. Auch in diesem war das Queckfilber gekocht, und es muste also ziemlich mit dem auf dem Berge übereinstimmen. Es stand um 4 Uhr des Morgens auf 28 Zoll $3\frac{3}{4}$ Lin., und zu Mittag 28 Zoll $1\frac{2}{3}$ Lin.: u. fuhr bis Abends fort zu fallen. Es war also binnen 8 Stunden eine Veränderung von mehr, als 2 Lin. vorgegangen. Dies giebt für eine Stunde ohngefehr $\frac{1}{4}$ einer Linie, so daß um $11\frac{1}{2}$ Uhr das Queckfilber in dem Barometer auf der Sternwarte 28 Zoll $1\frac{1}{2}\frac{2}{4}$ Lin., und zu Mittag 28 Zoll $1\frac{1}{2}\frac{3}{4}$ Lin. muß gestanden haben.

779. Die Barometer des Hrn. de la Caille hatten ein Behältniß, und musten also ein wenig niedriger stehen, als die meinigen (384.). Ich nehme an, dieser Unterschied habe 1 Linie betragen, welche ich zu allen erwähnten Beobachtungen sowohl auf

der Sternwarte, als auf dem Berge hinzusetze, und sie dann nach meiner Regel durch die Logarithmen berechne (551). Also sind die Barometerhöhen

Für den östlichen Theil

um 11½ Uhr { auf der Sternwarte 28 Zoll 2½ 9/4 Lin.
= = = oder 338½ 9/4 Lin.
auf dem Berge 24 = 11⅖ =
= = = 299⅖ =

Für den westlichen Theil

um ½ Uhr Nachm. { auf der Sternwarte 28 Zoll 2½ ¾ Lin.
= = = oder 338½ ¾ Lin.
auf dem Berge 24 = 10 =
= = = = 298 =

780. Wenn man den Unterschied der Logarithmen dieser Barometerhöhen durch 1000 dividiret, so wird man 537 Toisen für den östlichen, und 554 für den westlichen Theil finden: und da das Barometer auf der Sternwarte ohngefehr 2 Toisen über die Meeresfläche erhoben war, so muß man dies zu beyden Höhen hinzusetzen, so daß man alsdann 539 und 556 Toisen erhält. Der Unterschied von der wirklichen Höhe ist für das erste Resultat 4, für das zweyte 13½ Toise.

781. Wir müssen nun untersuchen, was wohl die Ursache davon seyn könne, daß der letztere Unterschied größer als der erstere ist. Man hat aus der Beschreibung, die ich von dem Barometer und allen dazu gehörigen Stücken gegeben habe, gesehen, wie viel Vorsicht nöthig sey, wenn die Beobachtungen übereinstimmen sollen: eine halbe Linie Unterschied in der Barometerhöhe an einem von den Standpunkten des Hrn. Abt de la Caille würde

schon hinreichend seyn, den Unterschied für beyde Resultate seiner Beobachtungen gleich zu machen. Aber ein Fehler von einer halben Linie kann sehr leicht begangen werden, theils in der Abmessung der Queckſilbersäule bey einer freystehenden Röhre, wie die des Hrn. de la Caille war, theils durch die Stellung derselben, besonders aber durch einen Unterschied im Grade der Wärme des Queckſilbers. Ich muß dieses letztern Punktes wegen bemerken, daß der Hr. Abt de la Caille am Morgen des nemlichen Tages, an welchem er die Beobachtungen machte, von dem Cap ausgieng, und eine senkrechte Höhe von 534 Toisen zu ersteigen hatte, auf einem Berge, der etwas entfernt von der Stadt ist, daß er das Barometer erst auf dem Gipfel desselben füllte, und daselbst das Queckſilber bey einem Feuer kochte, welches erst bereitet werden muste. Inzwischen machte er doch die erste Beobachtung schon um 11½ Uhr des Vormittags. Dieser kurze Zeitraum läst mich vermuthen, daß das Queckſilber seines Barometers damahls wärmer gewesen seyn möge, als eine Stunde darauf, als er die zweyte Beobachtung machte: und daß es also bey der ersten zu hoch stehen muste. Schon dies allein kann den erwähnten Unterschied veranlasset haben.

782. Wenn man von der Vergleichung der Resultate unter einander selbst auf ihren mittlern Unterschied von den geometrisch gemessenen Höhen übergeht, so wird man finden, daß die nach meiner Regel gefundenen Höhen die gemessenen um 9 Toisen übertreffen. Wäre bey dem Barometer zugleich ein Thermometer beobachtet, und wären die Baro-

meterhöhen darnach berichtiget worden, so würde dieser Unterschied vielleicht geringer seyn. Denn es muste in der Plåne wärmer seyn, als auf dem Gipfel des Berges, und also muste das Barometer auf der Sternwarte wärmer seyn, als das, dessen sich Hr. de la Caille bediente, besonders bey der letztern Beobachtung. War nun dies, so muste das Barometer auf dem Berge im Vergleich mit dem in der Plåne zu tief stehen, und also bey der Berechnung die Höhe zu groß geben.

783. Ich habe bisher nur die Berechnung der Barometerhöhen auf der Tafel in Betrachtung gezogen: nun ist noch zu untersuchen, was für eine Temperatur der Luft sie anzeigen. Wenn die Berechnung der Barometerhöhen die Höhe der Orte richtig giebt, so setzt sie die Temperatur + 16¾ des Queckfilberthermometers von 80 Theilen voraus (588): in dem gegenwärtigen Falle aber giebt sie 9 Toisen zu viel, wenn man keine Berichtigung wegen der verschiednen Wärme des Queckfilbers auf der Sternwarte und auf dem Berge vornimmt; woraus folgt, daß die Temperatur der Luft + 14 oder ein wenig darüber würde vorausgesetzt werden, wenn man eine Berichtigung deswegen vornähme. Aber die Beobachtungen sind am 22 September, d. i. zu Anfange des Frühlings gemacht, an einem sehr schönen Tage, und unter einem Himmelsstriche, in welchem das Mittel der Temperatur zwischen Sommer und Winter + 16 ist. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß die Luft auf dem Cap damahls beynahe diese Temperatur gehabt habe.

784. Die engen Grenzen, in welche sich alles willkührliche bey meinen Vermuthungen einschränken

ken läßt, bringen mich also auf die Gedanken, daß man auf dem **Vorgebirge der guten Hofnung** eben die Resultate finden würde, die ich zu **Genf** gefunden habe, wenn man an beyden Orten die Beobachtungen auf einerley Art anstellte. Wenn man zu dieser Folgerung noch diejenigen setzt, die ich oben aus den Beobachtungen auf den **Cordelieren** gezogen habe, so scheint es mir deutlich genug erwiesen, daß die Luft bey ihren Veränderungen überall einerley Gesetzen folge, und daß meine Regel für die Höhenmessungen mit dem Barometer als allgemein könne angesehen werden.

Fünfte Abtheilung

Allgemeine Betrachtungen über den Nutzen der Barometerbeobachtungen.

Einleitung.

785. Obgleich die Höhenmessungen mit dem Barometer die Hauptabsicht der Versuche gewesen sind, die ich bey diesem Werke zum Grunde gelegt habe; so sind doch auch alle die Entdeckungen, durch die ich nach und nach meine Regel für diese Messung verbessert habe, zugleich Mittel, die Veränderungen der Atmosphäre genauer kennen zu lernen, und lassen sich daher auf alle die Fälle anwenden, auf welche der Druck, die Dichte oder die Federkraft der Luft einigen Einfluß hat. Ich will nicht alle diese Fälle herzählen, sondern nur in dieser Abtheilung einige besondere Anwendungen meiner Grundsätze geben.

Erstes Capitel.

Mittel, die jedesmahlige eigenthümliche Schwere der Luft zu bestimmen.

786. Schon viele Naturforscher haben sich bemüht, die eigenthümliche Schwere der Luft zu bestimmen. Da aber ihr Gewicht sehr veränderlich, und gegen das Gewicht der Körper, mit denen man sie hat vergleichen wollen, sehr klein ist: so haben die bisher angewandten Mittel nur sehr unbestimmte Resultate gegeben.

Ueberhaupt kann man der Luft keine bestimmte eigenthümliche Schwere zuschreiben: dies hat man eingesehen, sobald man anfieng, über die nothwendigen Wirkungen ihrer Federkraft und ihrer Ausdehnbarkeit durch die Wärme nachzudenken. Wenn man aber die Größe dieser Wirkungen bestimmen kann, so kann man auch die eigenthümliche Schwere einer mit einem gewißen Drucke beschwerten und von einem gewißen Grade der Wärme ausgedehnten Luft bestimmen. Diese Untersuchung beruht also auf einerley Gründen mit der Höhenmessung durch das Barometer, und die Auflösung der letztern Aufgabe führt fast unmittelbar die der erstern mit sich, wie man sogleich sehen wird.

787. Wenn man bey einer gewissen Temperatur der Luft die Zahl 26094 durch die in **Linien** ausgedrückte Barometerhöhe dividiret, so giebt der Quotient in **Schuhen** die Höhe der Luftsäule, welche am Orte und zur Zeit der Beobachtung mit einer Linie Queckſilber von einem gewissen Grade der Wärme das Gleichgewicht hält. Dies ist eine von

meinen Formeln für die Höhenmessung mit dem Barometer (579.). Man hat also die Verhältniß der Höhen einer **Luft**- und einer **Queckſilberſäule** von einerley Grundfläche und Gewicht, und folglich hat man auch die Verhältniß ihrer eigenthümlichen Schweren, welches die umgekehrte der ersteren ist.

788. Aber die Dichte der **Luft** und des **Queckſilbers** verändern sich unaufhörlich durch die Veränderungen der **Wärme**. Man muste also die erste Regel wegen dieser beyden Wirkungen von einerley Ursache berichtigen. Dies geschieht nun mit Beyhülfe der beyden Thermometer, von denen das eine, so am Barometer befestiget ist, den Grad der **Wärme** des **Queckſilbers**, das andere, so der freyen Luft ausgesetzt wird, die **Temperatur** der **Luftſäule**, welche gemessen werden soll, anzeiget.

Die **Null**, welche auf beyden Thermometern an verschiednen Stellen steht, zeigt an beyden die Temperatur an, für welche die erste Regel keiner Berichtigung bedarf. Ihre Grade sind auch der Größe nach unterschieden: so, daß sie in bequemen Verhältnißen mit den Größen stehen, welche durch sie berichtiget werden sollen. So bedeuten die Grade des am Barometer befindlichen Thermometers Sechszehntheile einer **Linie**, um welche die Barometerhöhe muß vermindert werden, wenn sie über **Null**, und vermehret, wenn sie unter **Null** sind (372 u. folg.): die Grade des andern Thermometers aber, das bestimmt ist, die Temperatur der **Luft** anzuzeigen, bedeuten 500theile (oder die **halben Grade** 1000theile), um welche man den nach der ersten Regel gefundenen Quotienten vermehren muß, wenn sie über, und vermindern, wenn sie unter **Null** sind (611.).

789.

789. Ich setze z. B., man finde das Barometer an einem gewissen Orte auf $324\frac{5}{6}$ Lin., und das daran befindliche Thermometer auf + 5: die Temperatur der Luft finde sich nach dem andern Thermometer — $15\frac{3}{4}$.

Der Regel zu folge muß man also zuerst von der beobachteten Barometerhöhe wegen der am Thermometer befundenen 5 Grad über Null, $\frac{5}{6}$ Lin. abziehen, damit sie auf dasjenige gebracht werde, was sie seyn würde, wenn der Grad der Wärme an diesem Thermometer Null, oder an dem in 80 Theile zwischen den festen Punkten getheilten + 10 wäre (372.). Die berichtigte Barometerhöhe wird also 324 Linien oder 27 Zoll seyn. Wenn man nun 26c94 durch 324 dividiret, so ist der Quotient 80 Schuh, 6 Zoll, 5 Lin. = 11597 Lin. Dies würde nun die Höhe der Luftsäule seyn, die am Orte und zur Zeit der Beobachtung mit 1 Lin. Queckfilber das Gleichgewicht hielte, wenn ihre Temperatur mit der Null des Thermometers übereinstimmte, welches die Temperatur der äußern Luft anzeiget. Aber im gegenwärtigen Falle war dieselbe — $15\frac{3}{4}$ (welcher Grad ebenfalls mit + 10 der in 80 Theile getheilten Scale (610.) d. i. mit eben der Temperatur übereinstimmt, auf welche wir das Queckfilber gebracht haben). Man muß also der Regel zu folge folgende Subtraction vornehmen:

$$11597 - \frac{11597 \times 15\frac{3}{4} \times 2}{1000} = 11232 \text{ Lin.}$$

Dies ist die wahre Höhe der Luftsäule, die am Orte und zur Zeit der Beobachtung mit einer Linie Queckfilber das Gleichgewicht hält. Die Höhen dieser Luft- und Queckfilbersäulen von einerley Grundfläche

und Gewicht, verhalten sich also wie 11232 zu 1, und also die eigenthümlichen Schweren der Luft und des Queckſilbers, wie 1 zu 11232.

790. Man sieht aus diesem Beyspiele, daß man die absolute Schwere eines gewißen Volumens von Luft an jedem beliebigen Orte und zu jeder Zeit genau bestimmen könne, so bald man die absolute Schwere eines gleichen **Queckſilbervolumens** von bestimmter **Temperatur**, im **leeren Raume** genau kennet.

Ich halte es nicht für schwer, das absolute Gewicht des Queckſilbers unter diesen beyden Umständen zu bestimmen. Ich hatte mir diese Untersuchung vorgenommen, habe aber niemals Zeit genug gehabt, dieselbe auszuführen, so wie mich der Mangel der Muße oft in dem Laufe meiner Unternehmungen aufgehalten hat.

791. Inzwischen kann uns das angeführte Beyspiel richtige Begriffe von dem absoluten Gewichte der Luft, und von den Grenzen der Veränderungen geben, die dasselbe auf der Oberfläche der Erde erleidet. Ein Cubikschuh **Queckſilber** wiegt ohngefehr 950 Pfund Markgewicht. Wenn ich also die gefundene Verhältniß 11232 : 1 zum Grunde lege, so wiegt ein Cubikschuh **Luft**, wenn ihre Temperatur + 10 nach dem Thermometer von 80 Graden ist, und das Barometer auf 27 **Zoll** steht, ohngefehr 1 Unze, $8\frac{1}{2}$ Scrupel. Zu **Torneå** wog er 1 Unze 21 Scr., als das Thermometer bis auf — 37 der Scale von 80 Theilen gefallen war, wenn man annimmt, das Barometer habe dabey auf 29 Zoll gestanden (652.). Auf dem **Coraçon**, einer Spitze der **Cordeliere** wog er nur 20 Scr., als Hr. **de la Condamine**

daselbst

daselbst das Barometer auf 15 Zoll 10 Lin. beobachtete (581.), wenn man wegen des Schnees, der diesen Berg bedeckt, annimmt, die Temperatur sey Null, d. i. um die Gegend des Eispunktes gewesen.

792. Ich halte mich in dieser Berechnung nicht bey dem Unterschiede auf, den die Dünste in der Verhältniß der Dichte der Luft zur Barometerhöhe verursachen können, weil er für die gegenwärtige Absicht nicht beträchtlich ist. Hätte man eine grössere Schärfe nöthig, so würde man hier das Hygrometer mit besonderm Vortheile gebrauchen können.

793. Man hat auch bemerken können, daß die Rechnung, von der ich ein Beyspiel gegeben habe, nur die mittlere eigenthümliche Schwere der Luftsäule giebt, die über dem Orte der Beobachtung liegt, und mit einer Linie Queckſilber das Gleichgewicht hält. Aber diese mittlere eigenthümliche Schwere ist allezeit ein wenig geringer, als die wirkliche eigenthümliche Schwere der Luft an dem Orte der Beobachtung, weil an diesem Orte die Luft mit einem etwas größern Gewicht beschweret ist. Doch ist dieser Unterschied in dem Theile der Atmosphäre, den wir bewohnen, so klein, daß man ihn ohne merklichen Fehler vernachläßigen kann. Hätte man eine größere Schärfe nöthig, so müste man wieder ein Mittel aus den mittlern specifischen Schweren der vorigen Säule, und derjenigen nehmen, die unmittelbar unter derselben mit einer Linie Queckſilber das Gleichgewicht hielte. Die letztere würde sich finden, wenn man die beobachtete Barometerhöhe um 1 Linie vergrößerte, und wiederum für sie eben die vorige Rechnung anstellete.

Zwey-

Zweytes Capitel.

Anwendung der Höhenmessungen mit dem Barometer auf die Bestimmung der ganzen Höhe der Atmosphäre. Versuch über die Atmosphären überhaupt.

794. Man hat sich viel Mühe gegeben, die ganze Höhe unserer **Atmosphäre** zu bestimmen, vornehmlich um verschiedne Lufterscheinungen, z. B. die **Dämmerung** und das **Nordlicht** zu erklären, und die wahre Größe des Erdschattens bey Mondfinsternißen zu bestimmen. Diese Untersuchungen haben verschiedne Hypothesen veranlasset, von denen ich einige in der **ersten Abtheilung** dieses Werks vorgetragen habe. Weil man aber sehr mangelhafte Beobachtungen zum Grunde legte, so hat man dabey große Fehler begangen. Meine Versuche können einiges Licht über diesen Gegenstand verbreiten: ich will ihn daher mit wenigem abhandlen.

795. Der erste Grundsatz meiner Regel für die Höhenmessungen mit dem Barometer ist dieser, daß die **Dichte der Luft der drückenden Kraft proportional sey**, woraus denn folgt, daß, **wenn man die Barometerhöhen in geometrischer Reihe nimmt, die zugehörigen Höhen der Luft in arithmetischer fortgehen müssen** (568.). Da aber die Zahl der Glieder einer abnehmenden geometrischen Reihe **unendlich** ist, so machen die Barometerhöhen eine **unendliche** geometrische Reihe aus. Jedem Gliede derselben gehört eine Lufthöhe in der arithmetischen

Reihe

Reihe zu. Nach diesem Grundsatze also sollte die Höhe der Atmosphäre unendlich seyn.

796. Wir dürfen also keinesweges die letzten Grenzen der Atmosphäre aufsuchen: denn von einer unendlich großen Höhe kann man sich nie eine Vorstellung machen. Wir wollen daher zu Anfang bey einer Grenze stehen bleiben, die noch in die Sinne fällt, und z. B. untersuchen, wie hoch man steigen müste, wenn das Quecksilber im Barometer nur 1 Linie hoch stehen sollte. In dieser Höhe würde die freye Luft fast bis auf eben den Grad ausgedehnt seyn, bis auf welchen wir sie durch unsere besten Luftpumpen verdünnen können.

797. Diese Höhe ist nothwendigerweise veränderlich, weil sie von dem Drucke abhänget, den sie erleidet, d. i. von dem Drucke der Luft selbst, der sich unaufhörlich verändert. Wir empfinden diese Veränderungen, und das Barometer zeigt uns dieselben an. Dieses Barometer muß also unser Maßstab seyn. Jedesmahl, wenn wir dasselbe beobachten, zeigt es uns an, wie viel die Luftsäule, welche über uns steht, **Schichten** enthalte, deren jede mit einer Linie Quecksilber das Gleichgewicht hält. Es kömmt also nur darauf an die Summe der Höhen aller dieser **Schichten**, weniger der letzten, zu wissen. Denn diese Summe wird die Höhe seyn, in welcher das Barometer nur eine Linie hoch stehet. Wir haben aber ein sehr leichtes Mittel, diese Summe zu finden.

798. Es ist erwiesen, daß die Höhen der **Luftschichten** den **Unterschieden** der **Logarithmen** derer in **Linien** ausgedrückten Barometerhöhen proportional sind (574 u. f.): und nach meinen Beobachtungen verhalten sich, wenn die Temperatur der

Luft der Null meines Thermometers gleich ist, die in Toisen ausgedrückten Höhen dieser Schichten zu den zugehörigen Unterschieden der gemeinen Logarithmen der in Linien ausgedrückten Barometerhöhen, wie 1 zu 1000 (607 u. f.).

799. In den gemeinen Tafeln ist Null der Logarithme der Einheit. Daraus folgt, daß der Logarithme einer jeden Zahl die Summe aller Unterschiede der vorhergehenden Logarithmen sey, wie ich nicht weiter zu beweisen brauche. Der erste Unterschied in den Tafeln, ist der Unterschied der Logarithmen von 1 und 2: dieser Unterschied ist der Höhe der Luftschicht proportional, welche sich zwischen den beyden Orten findet, an deren einem das Barometer auf 1 Lin., an dem andern aber auf 2 Lin. stehen würde: und so fort für alle folgende Unterschiede. Wenn man also die veränderliche Höhe der Atmosphäre durch die Logarithmen berechnen will, so läßt man allezeit die unbestimmte Höhe derjenigen Luftschicht weg, welche sich von dem Orte, wo das Barometer auf 1 Lin. stehen würde, bis an denjenigen erstreckt, wo es völlig bis auf Null herabfallen würde.

800. Es giebt also der Logarithme jeder in Linien ausgedrückten Barometerhöhe, in Tausendtheilen einer Toise die Höhe der Atmosphäre, von dem Orte der Beobachtung an bis an denjenigen, an welchem das Barometer nur auf 1 Lin. stehen würde: unbeschadet der Berichtigung für die Wärme der Luft. Z. B. wenn das Barometer auf 27 Zoll = 324 Lin. steht, wovon der Logarithme 2510545o ist, und die Temperatur der Luft mit der Null meines Thermometers übereinstimmt, so ist

die

die Höhe des Theils der Atmosphäre, auf welchen sich unsere Untersuchungen einschränken, 25105,450 Toisen, oder 11 französische Meilen, 3 Toisen.

801. Nach eben diesem Grundsatze kann man die merklichen und bestimmten Grenzen der Atmosphäre so weit man will, ausdehnen: man kann z. B. finden, in was für einer Höhe das Barometer auf jedem beliebigen Bruche einer Linie stehen würde. In dieser Absicht müste man sich erinnern, daß die Logarithmen von Brüchen, die die Einheit zum Zähler haben, mit den Logarithmen der Nenner einerley, aber negativ sind, weil in den Tafeln der Logarithme der Einheit Null ist. Wenn aber statt dieser Einrichtung, welche willkührlich ist, o der Logarithme des Bruchs einer Linie wäre, auf welchem an der Grenze der Atmosphäre das Barometer stehen sollte, so würde in den Tafeln weiter keine Veränderung daraus entstehen, als daß alle Logarithmen der ganzen Zahlen, um den Logarithmen dieses Bruchs wachsen würden: es würden also noch immer die vorigen Unterschiede zwischen ihnen statt finden; und doch würden nun diese neuen Logarithmen der Barometerhöhen die Höhen der Atmosphäre von dem Ort der Beobachtung an bis auf denjenigen geben, wo das Barometer nur auf dem gewählten Bruche der Linie stünde. Es wäre leicht, dies zu erweisen; ich will mich aber dabey nicht aufhalten.

802. Die ganze Veränderung bestehet also darinn, daß man zu dem Logarithmen der in Linien ausgedrückten Barometerhöhe den Logarithmen des Nenners von dem erwählten Bruche hinzusetzt: oder, daß man den Logarithmen der

durch diesen Nenner multiplicirten Barometerhöhe nimmt; denn die Summe der Logarithmen zwoer Zahlen ist der Logarithme ihres Produkts. Wenn z. B. das Barometer auf 27 Zoll oder 324 Linien steht, und man wissen wollte, wie hoch über dem Orte der Beobachtung der Punkt liege, wo das Barometer nur auf $\frac{1}{10}$ einer Linie stehen würde, so müste man die Summe der Logarithmen von 324 und 10, oder den Logarithmen von 3420 nehmen, und ihn durch 1000 dividiren, welches eine Höhe von 35105, 450 Toisen gäbe.

803. Wenn die Erde der einzige Weltkörper wäre, so würde aus unserm Grundsatze folgen, daß die Atmosphäre in der That keine Grenzen habe: d. i. daß man sich keine Entfernung von der Erde vorstellen könne, in welcher man nicht noch ein wenig Luft anträfe, die eine Schwere gegen die Erde hätte. Allein es giebt noch andere Weltkörper, gegen welche die Luft nach dem Gesetz der Massen und Entfernungen schwer ist: und folglich muß sich dieselbe in einer gewissen Entfernung von der Erde anstatt immer dünner zu werden, wieder verdichten, weil sie gegen diese andern Körper stärker als gegen die Erde, angezogen wird. Also muß unsere Atmosphäre Grenzen haben, und diese Grenzen müßen die verschiednen und veränderlichen Orte seyn, an welchen die Luft von der Erde nicht stärker, als von allen andern Weltkörpern angezogen wird. So muß auch das Gesetz, nach welchem die Dichte der Luft abnimmt, seine Abänderungen durch diese Anziehung der Weltkörper und durch die bey einer größern Entfernung verminderte Schwere der Luft gegen die Erde erleiden.

804.

804. Wenn man die Frage von der Höhe der **Atmosphäre** aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, so verbreitet sie, wie mich dünkt, einiges Licht über die Natur der Atmosphären überhaupt. Sollte es sich nicht denken lassen, daß **Luft** und **Aether** eine und eben dieselbe nur verschiedentlich modificirte Substanz wären: daß die **Atmosphären** der Planeten aus dem durch die Schwere um sie herum verdichteten Aether bestünden; und daß der Unterschied der Dichte, Durchsichtigkeit und Strahlenbrechung derselben von dem Unterschiede der Planetenmassen und der Menge der aus ihnen aufsteigenden Dünste herrührte?

805. Nach dieser Hypothese würde der Mond keine eigentliche **Atmosphäre** haben, sondern von einer **Aerosphäre** umgeben seyn; d. i. von einer Kugel von reiner **Luft**, von verdichtetem **Aether**, in welcher keine Dünste aufstiegen, weil der Mond ein trockner Körper ohne Meere und Flüße zu seyn scheint: denn die großen Flecken, die man **Meere** nennt, tragen sehr deutliche Kennzeichen fester Körper an sich, nemlich die Verschiedenheit ihrer Farbe, und sehr merkliche Erhabenheiten und Vertiefungen.

Diese **Aerosphäre** nun würde unsichtbar seyn, theils wegen ihrer Durchsichtigkeit, theils wegen der unmerklichen Verminderung ihrer Dichte, welche zwischen diesem Planeten und der Erde bis auf eine ihren Massen proportionirte Entfernung abnehmen würde. Von dieser Entfernung an würde nach unserer Erde zu die Dichte des **Aethers** wieder zunehmen, und wenn er endlich wiederum dicht genug

würde, um mit den Dünsten, die aus der Erde aufstiegen, das Gleichgewicht zu halten, so würde er alsdann wieder zu einer eigentlichen Atmosphäre werden.

806. Man hat gezweifelt, ob der Mond eine Atmosphäre habe, weil die von den Sternen neben ihm vorbeygehenden Lichtstrahlen keine Brechung zu leiden scheinen. Aber es ist möglich, daß die Aerosphäre, die ich um den Mond annehme, keine merkliche Brechung hervorbringt. Fürs erste kann vielleicht der reine Aether seiner Natur nach nur eine sehr geringe strahlenbrechende Kraft haben: man weiß, daß sich diese Kraft nicht nach dem Grade der Dichte der Mittel von verschiednen Arten richtet. Uberdies kann auch diese Aerosphäre des Monds nicht sehr dicht seyn, weil die Masse dieses Planeten nicht beträchtlich ist: eben daher muß auch ihre Dichte langsam abnehmen, so daß die Lichtstrahlen nur nach und nach die geringe Brechung, die sie veranlasset, erleiden. Da hier der Ort nicht ist, mich tiefer in diese Untersuchung einzulassen, so mag dieser flüchtige Entwurf genug seyn.

807. Bey der Bestimmung der Höhe unserer Atmosphäre bleibt noch eine Schwierigkeit übrig, welche von den Wirkungen der Wärme auf die Luft entstehet. Alles, was ich bisher gesagt habe, setzt voraus, die Temperatur der Luft stimme mit der Null meines Thermometers überein, welche ich bey + $16\frac{1}{4}$ der Scale von 80 Theilen setze. Aber so groß ist die mittlere Wärme der Luftsäulen vielleicht niemals: man weiß, wie sehr die Wärme ab-

nimmt,

nimmt, wenn man auf größere Höhen steiget. Also erstreckt sich die Atmosphäre niemals ganz so weit, als die Berechnung durch die Logarithmen angiebt. Es ist sehr schwer, die Wirkungen dieser Ursache in Rechnung zu bringen, und was man noch mit der grösten Gewißheit davon behaupten kann, ist dies, daß sich bey einerley Barometerhöhe der noch in die Sinnen fallende Theil unserer Atmosphäre im Sommer weiter, als im Winter erstrecke.

Dies sind die vornehmsten Bemerkungen über diese Materie, auf welche mich meine Versuche geführt haben: ich hoffe, sie werden denen, die diesen Gegenstand tiefer untersuchen wollen, nicht unbrauchbar seyn.

Drittes Capitel.

Anwendung dieser Grundsätze auf die Veränderungen der Strahlenbrechung durch die Veränderung des Zustands der Luft.

808. So bald ich die beträchtlichen Veränderungen, welche die **Dichte** der **Luft** an einem und ebendemselben Orte erleiden kann, bemerkt, und ihre Verhältniß zu den Barometer- und Thermometerveränderungen entdeckt hatte, sahe ich auch, daß die Regeln, welche aus diesen Verhältnißen folgten, eben so nützlich für die Sternkunde in Bestimmung der **Strahlenbrechung** werden könnten, als sie mir in Absicht auf die **Höhenmessung** gewesen waren.

Ich sann auf Mittel, meine Regel auf diesen neuen Gegenstand anzuwenden, als ich die vortrefliche Abhandlung des Hrn. Abt **de la Caille** über die **Strahlenbrechungen** (*q*) kennen lernte. Die Untersuchungen dieses Gelehrten ersparten mir die Mühe, dasjenige wahrscheinlich zu machen, was er durch die Erfahrung bewiesen hatte, daß es nemlich nothwendig sey, die **Strahlenbrechung** für den verschiedenen Zustand der Luft zu berichtigen.

809. Der Gedanke, daß die Barometerveränderungen einen Einfluß auf die **Strahlenbrechung** haben müßen, ist so natürlich, daß man sich damit schon seit dem Anfange dieses Jahrhunderts beschäftiget hat. Aber durch die damaligen Versuche entfern-

(*q*) *Recherches sur les refractions etc.* Mém. de l'Ac. des Sc. 1755.

entfernte man sich nur immer weiter von der Wahrheit. Hr. **Cassini** (r) verglich die zu **Paris** und in **Schweden** beobachteten **Strahlenbrechungen** unter einander, und fand sie sehr verschieden, ob gleich die Barometerbeobachtungen anzuzeigen schienen, daß die Dichte der Luft einerley gewesen sey. Er zog also daraus die Folge, **der Theil der Luft, der die Strahlenbrechung verursache, stehe in keinem Verhältniß mit dem, der die Schwere hervorbringe.** Eben dieser Gelehrte erzählt an einem andern Orte (s) die Beobachtungen des P. **Laval** zu **St. Beaume**, und setzt hinzu, **daß nach diesem Beobachter die Schwere und Wärme der Luft nichts zur Strahlenbrechung beytrügen.**

Nun hat zwar der Mangel an guten meteorologischen Werkzeugen etwas zu diesem Irrthume beygetragen: allein ihre Unvollkommenheit war doch nicht so groß, daß man nicht durch sie die Verhältnisse hätte entdecken können, die dem P. **Laval** gänzlich entgangen sind. Heut zu Tage können wir sie durch unsere vollkommenern Werkzeuge freylich genauer bestimmen.

Von dem Theile der Atmosphäre, von dem die Größe der Strahlenbrechung abhängt.

§10. **Um den Gegenstand, den ich in diesem Capitel untersuchen will, zu bestimmen, will ich von Newtons Grundsatze, den auch der Hr. Abt de la Caille annimmt, ausgehen, daß nemlich, wenn**

(r) Mém. de l' Ac, des Sc. 1700.
s) Mém. de l' Ac. des Sc. 1708.

das Licht durch mehrere strahlenbrechende Mittel, von welchen stufenweise eines dichter, als das andere ist, und die mit paralleien Flächen an einander stossen, hindurchgeht, die Summe aller Strahlenbrechungen der einfachen Strahlenbrechung gleich sey, welche das Licht würde erlitten haben, wenn es unmittelbar aus dem ersten Mittel in das letztere übergegangen wäre: wenn auch gleich die Anzahl der strahlenbrechenden Materien unendlich, und ihre Entfernungen von einander so klein wären, daß man annehmen könnte, das Licht würde an jedem Punkte seines Weges gebrochen, und bildete also durch die beständigen Brechungen eine krumme Linie. Hieraus folgt, daß die ganze Brechung des Lichts durch die Atmosphäre von ihrem höchsten und dünnsten Theile an bis zu dem niedrigsten und dichtesten derjenigen Brechung gleich sey, welche das Licht erleiden würde, wenn es in gleicher Schiefe aus dem leeren Raume auf einmal in eine Luft übergienge, welche die Dichte des niedrigsten Theils der Atmosphäre hätte. (*t*).

811. Dieser Satz, welcher von vielen Mathematikverständigen ist erwiesen worden, läßt sich auch durch die Erfahrung bestätigen. Hr. **Mayer**, ein sehr berühmter Astronom, hat durch eine große Menge von Beobachtungen zu **Göttingen**, so wie der Hr. Abt **de la Caille** durch andere (auf dem **Vorgebirge der guten Hofnung** und zu **Paris**) erwiesen, daß die **Strahlenbrechungen** den Thermometer- und Barometerveränderungen beynahe proportional seyen.

Man

(*t*) *Optique de Newton traduite par Coste* **Liv. II. Part. III. prop. 10.**

Man kann aber leicht zeigen, daß dies nicht anders statt finden könne, als nach dem **Newtonischen** Grundsatze.

812. Wenn die obern Schichten der Atmosphäre etwas beytrügen, die Größe der ganzen Strahlenbrechung zu bestimmen, so könnte man fürs erste unmöglich eine beständige Verhältniß zwischen den Veränderungen der Strahlenbrechung und des **Thermometers** finden. Denn wenn diese Wirkungen der **Wärme** untereinander proportional seyn sollten, so müsten ihre Veränderungen in allen Luftschichten einander ähnlich seyn: oder wenigstens müste das Thermometer allezeit die mittlere Wärme der Luft in der ganzen Bahn des Lichtstrahls anzeigen, welches der Erfahrung gänzlich zuwider läuft. Man kann darüber meine Beobachtungen zu Rathe ziehen, welche deutlich zeigen, wie sehr sich die Verhältniß der **Temperatur** verschiedner Luftschichten von einem Tage, ja bisweilen sogar von einer Stunde zur andern verändere: und doch finden sich in meinen Beobachtungen nur solche Luftschichten, welche im Vergleich mit der ganzen Höhe der Atmosphäre nur sehr wenig von einander entfernt sind.

813. Eben so ist es mit der Verhältniß der Veränderungen der **Strahlenbrechung** und des **Barometers** beschaffen. Wir wissen aus der Erfahrung, daß die letztern schon in solchen Entfernungen merklich verschieden sind, die man gegen den horizontalen Raum, den die Lichtstrahlen der Sterne, die nicht hoch über dem Horizonte stehen, durchlaufen, für sehr klein halten kann. Also könnte es auch keine beständige Verhältniß zwischen den Veränderungen der **Strahlenbrechung** und des **Baro-**

meters geben, wenn die obern Schichten der Atmosphäre etwas beytrügen, die ganze Größe der Strahlenbrechung zu bestimmen.

814. Es bestimmt also gewiß nur diejenige Luftschicht, in welcher sich der Beobachter befindet, die Größe der Strahlenbrechung; und folglich können die Regeln, welche ich für die Höhenmessungen gegeben habe, mit eben so gutem Erfolg zu Schätzung der Strahlenbrechungen gebraucht werden.

Bemerkungen über die Versuche der Herren de la Caille und Mayer.

815. Der Hr. Abt de la Caille und Hr. Mayer sind zwar darüber einig, daß unter übrigens gleichen Umständen die Veränderungen der Strahlenbrechung den Thermometerveränderungen proportional sind: sie sind es aber nicht in Absicht auf die Verhältniß dieser beyden Wirkungen der Wärme unter einander selbst. Hr. Mayer findet, daß eine Veränderung von 10 Graden am Reaumürischen Thermometer in der Strahlenbrechung eine von $\frac{1}{32}$ verursache. Hr. de la Caille setzt diese Veränderung nur $\frac{1}{27}$, hält aber diese Bestimmung noch immer für ungewiß. Ich will die Ursachen dieser Ungewißheit, und der Abweichung beyder Angaben von einander untersuchen, und dabey zeigen, wie nöthig es sey, diese wichtige Materie noch genauer zu untersuchen.

816. Ueberhaupt leidet die Strahlenbrechung alsdann Veränderungen, wenn sich die Dichte der Luft ändert; aber diese änderr sich durch zwo sehr verschiedne Ursachen, durch die Veränderung des Drucks, den

sie

sie erleidet, und durch den verschiednen Widerstand, den sie gegen die Zusammendrückung ausübet. Die erste zeigt sich durch die Barometer-, der andere durch die Thermomererveränderungen. Man konnte also leicht hoffen, vermittelst dieser beyden Werkzeuge die **mittlern Strahlenbrechungen** auf die **wirklichen** bringen zu können, und dies war die Absicht der Herren **Mayer** und **de la Caille**. Man muß dabey die in einander verwickelten Wirkungen dieser beyden Ursachen genau von einander abzusondern wissen. Dies war aber bey Werkzeugen, die einander so unähnlich sind, als Thermometer und Barometer, eine Sache, die sich nicht anders, als durch einen glücklichen Zufall bewerkstelligen ließ.

817. Welche Verschiedenheit fand sich nicht unter Thermometern, die eines, wie das andere den Namen **Reaumürischer** führten? Größe der **Grade**, Stellung der **Scale**, Verhältniß unter den Graden jedes Thermometers selbst; alles dies war unbestimmt, wie ich deutlich dargethan habe. Schon diese Ursache allein konnte große Fehler in Bestimmung der Verhältniß der **Strahlenbrechung** zu dem Stande des Thermometers hervorbringen.

818. Auch habe ich gezeigt, daß die gemeinen Thermometer nicht im Stande sind, die Temperatur der freyen Luft genau anzuzeigen. Das Bret, woran sie befestiget sind, verhindert dieses, da die freye Luft stets entweder von der Sonne erwärmt, oder durch den Wind erwärmt oder abgekühlt wird. Die Ursachen die mit einander die Temperatur der Luft bestimmen, wirken von allen Seiten: die im

Brete liegende Kugel des Thermometers aber ist von einer Seite her diesen Ursachen gar nicht ausgesetzt, und nimmt daher nicht einerley Temperatur mit der freyen Luft an.

819. Also muste das Werkzeug, von welchem man sich das meiste versprach, die gröste Verschiedenheit bey Vergleichung von Beobachtungen nicht allein verschiedener, sondern auch eines und ebendesselben Astronomen hervorbringen. Gegen das Barometer war man mißtrauischer, ob es gleich nicht so betrüglich war. Denn eine Veränderung der Wärme von einem **Grade** des Thermometers von 80 **Theilen** hat beynahe eben so viel Einfluß auf die **Strahlenbrechung**, als eine Veränderung im Drucke der Luft, die die Barometerhöhe um 1½ Lin. ändert; und doch ist es gemeiner, daß die Thermometer um einen oder mehrere **Grade**, als daß die Barometer um eine **Linie** von einander abgehen.

820. Inzwischen entstanden doch auch Fehler aus dem Barometer. Die absoluten Barometerhöhen, welche nothwendig sind, um die mittlern Strahlenbrechungen zu bestimmen, waren doch in verschiednen Barometern verschieden, nachdem sie entweder über dem Feuer gefüllt waren, oder nicht, Röhren und Behältniße von verschiedner Gestalt hatten, und nach verschiednen obwohl gleichnahmigen Maaßen abgetheilt waren. Ueberdies entstanden noch größere Abweichungen in der Verhältniß der Veränderungen dieses Werkzeuges und der Strahlenbrechung aus den Wirkungen der Wärme, welche bey Barometern, die nicht auf einerley Art gefüllt waren, sehr verschieden seyn musten, und doch noch bis itzt gar nicht sind in Betrachtung gezogen worden.

821. An und für sich ist die gedachte Verhältniß sehr einfach. Da die **Barometerhöhen** und die **Strahlenbrechungen** beyde der **Dichte** der **Luft** proportional sind, so sind sie auch unter sich proportional. Da man also die **mittlern Strahlenbrechungen** für eine gewiße **Barometerhöhe** bestimmt hatte, so fiel man ganz natürlich darauf, die **mittlere Strahlenbrechung** um einen Theil zu ändern, der der Abweichung der **beobachteten** Barometerhöhe von der **mittlern** proportional wäre, und den Unterschied, der noch zwischen der **beobachteten** und der **mittlern** Strahlenbrechung übrig bliebe, den Veränderungen der Wärme zuzuschreiben. Also häuften sich die Fehler, die durch die Mängel beyder Werkzeuge entstanden waren, alle auf die letzte Verhältniß zusammen: und man darf sich daher nicht wundern, daß die Herren **de la Caille** und **Mayer** in ihren Bestimmungen von einander abgehen, und daß der erstere zweifelt, ob es möglich sey, diese Verhältniß genau zu bestimmen.

822. Jetzt aber, da man sich über die Anzeigen des Barometers und Thermometers besser versteht, muß man auch die **mittlern Strahlenbrechungen** sicherer bestimmen, und die **wirklichen** daraus herleiten können, wenn der Unterschied zwischen dem jedesmaligen Zustande der Luft, und demjenigen, auf welchen sich die **mittlern Strahlenbrechungen** beziehen, bekannt ist.

823. Dieser Vorschlag wäre ohne Zweifel ausgeführet worden, wenn nicht der Tod der Sternkunde den aufmerksamen Beobachter entrissen hätte, dessen schätzbare Bemühungen mir den Weg bey dieser Untersuchung gezeigt haben. Als ich durch meine Beobachtungen darauf geführt wurde, lebte der Hr.

Abt de la Caille noch: sein Eifer in seinem Berufe war mir Bürge für die Gewährung des Beystands, um den ich ihn bitten wollte. Es kam hauptsächlich darauf an, die **mittlern Strahlenbrechungen** zu bestimmen, und die, welche er angegeben hatte, zu berichtigen: ich glaubte dies bewerkstelligen zu können, wenn ich eine genaue Kenntniß seiner dabey gebrauchten meteorologischen Werkzeuge, und seiner Art zu beobachten erlangen könnte: meine Versuche würden hernach Formeln gegeben haben, durch welche man die **wirklichen Strahlenbrechungen** hätte finden können. Aber sein Tod machte einen Theil dieses Vorhabens unmöglich. Ich werde nun in Absicht auf die **mittlern Strahlenbrechungen** nichts bestimmen können. Ich muß sie also als bekannt voraussetzen, und nur die Hauptveränderungen, denen sie unterworfen sind, nebst einigen Mitteln, das ungewiße dabey zu bestimmen, anzeigen. Man wird daraus noch deutlicher sehen, daß es wohl möglich sey, auch die **mittlern Strahlenbrechungen** selbst mit noch größerer Gewißheit zu bestimmen.

Versuch über die Veränderungen, die man mit den mittlern Strahlenbrechungen nach Maßgabe des verschiednen Zustandes der Luft vorzunehmen hat.

824. Ich habe oben gesagt (665 u. f.), daß das **Fallen** des Queckſilbers in dem **feststehenden** Barometer aus einer Veränderung des Zustands der Luft entstehe, welche ihre eigenthümliche Schwere vermindert, und sie wahrscheinlicher weise zugleich mehr oder weniger elastisch macht, nachdem sie mehr

oder

oder weniger warm ist. Hieraus folgt, daß beym Fallen des Barometers die Verhältniß der Dichte der Luft zur Barometerhöhe einige Veränderung leiden müße. Diese Ausnahme, die ich schon bey den Höhenmessungen bemerkt habe, muß auch bey den **Strahlenbrechungen** statt finden, weil die Veränderungen der **Dichte der Luft** in beyden Fällen auf einerley Art wirken.

825. Allein die **Strahlenbrechungen** können aus eben dieser Ursache noch Veränderungen einer andern Art erleiden, wenn es wahr ist, wie ich aus den oben angeführten Ursachen glaube, daß die mit der **Luft** vermischten **Dünste** zur Verminderung ihrer Schwere etwas beytragen. Denn diese Vermischung kann die **strahlenbrechende Kraft** der **Luft** ändern.

826. Es scheint mir daher möglich, daß die Strahlenbrechung in Absicht auf zween Beobachter ungleich seyn könne, obgleich die Höhe über den Horizont, die Temperatur der Luft, und die Barometerhöhe für beyde einerley sind; wenn die Höhe der Beobachtungsorte verschieden ist. Denn alsdann kann es kommen, daß einerley Barometerhöhe nicht einerley Zustand der Luft anzeigt.

827. Die Versuche des **Hauksbee** über die verschiedentlich verdichtete Luft, welche durch die Beobachtungen der Herren **de la Condamine** und **Bouguer** auf den Bergen und am Ufer des Meers in Peru sind bestätiget worden, lassen sich sicher auf diejenigen Veränderungen der **Strahlenbrechung** anwenden, welche aus dem Einfluße der verschiedenen Höhe der Orte auf die Barometerhöhe herkommen.

Denn diese Veränderungen entstehen nur aus der verschiednen **Dichte** einer Materie, deren Natur unverändert bleibt. Wenn aber die Luft bey dem Fallen des Queckſilbers mit Dünſten vermiſcht iſt, ſo verändert ſich die Natur der Luft zugleich mit ihrer Dichte, und man hat beſondere Beobachtungen nöthig, um die Wirkung dieſer Veränderung auf die **Strahlenbrechung** zu beſtimmen.

828. Wenn alſo die **mittlern Strahlenbrechungen** für eine gewiße Höhe, und einen gewißen Zuſtand der Luft beſtimmt ſind, ſo kann es drey Haupturſachen geben, durch welche ſie ſich verändern: 1) die Veränderungen der Wärme; 2) die verſchiedne **Dichte** der Luft an Orten von verſchiedner Höhe, 3) die Veränderungen, welche die Luft erleidet, wenn ſich der Barometerſtand an einem und ebendemſelben Orte ändert. Ich will die Wirkungen der beyden erſten Urſachen beſtimmen, was die Wirkungen der dritten betrift, ſo will ich nur durch Beſtimmung der erſteren die Mittel angeben, ſie zu entdecken.

829. Vorher aber muß ich noch erinnern, daß es einen Fall giebt, für welchen ich die Beobachtungen für die Höhenmeſſung auf keine ſichere Regel habe bringen können; dies iſt die Zeit des Aufgangs der Sonne. Ich habe in meinen Tafeln alle zu dieſer Zeit gemachte Beobachtungen beſonders angezeigt, man ſieht, daß ſie alle eine geringere **Dichte** der Luft angeben, als das Barometer und Thermometer anzeigen, daß ſich aber bey dieſer Abweichung nichts regelmäßiges findet. Die Analogie läßt vermuthen, daß in dieſem Falle auch die **Strahlenbrechungen** etwas geringer ſeyn mögen, als ſie die allgemeinen

Formeln geben würden. Dies habe ich hier anmerken wollen, um meine Untersuchungen der bekanntern Ursachen nicht unterbrechen zu dürfen.

830. Die Berichtigung, die man mit den **mittlern Strahlenbrechungen** wegen der **Wärme** der **Luft** vorzunehmen hat, deren Bestimmung der Herr Abt **de la Caille** für die schwerste hält, scheint mir durch meine Beobachtungen hinlänglich bestimmt zu seyn. Ich mußte nothwendig für alle Fälle, auf welche die Dichte der Luft einigen Einfluß hat, die Veränderungen entdecken, welche sie durch die **Wärme** leidet. Ich habe also auf diesen Untersuchung alle nur mögliche Sorgfalt gewendet.

831. Ich hatte bey dem Wege, den ich gegangen bin, einen besondern Vortheil dadurch, daß ich die Luftsäulen von bekannter Schwere, deren Höhe ich durch Schätzung ihrer **Dichte** bestimmte, wirklich messen konnte. Denn da sich der geringste Fehler bey dieser Schätzung in der daraus folgenden Höhe zeigt, so konnte ich mich nicht über den Grad der Genauigkeit meiner Regel betrügen, von der die Bestimmung der Verhältniß zwischen den Veränderungen der **Wärme** und der **Dichte** der **Luft** ein wesentliches Stück war. Also kann man von der Genauigkeit, zu welcher ich bey der Höhenmessung gelangt bin, auf diejenige schließen, die man bey den **Strahlenbrechungen** erreichen kann, wenn man auf sie diejenige Verhältniß anwendet, die ich zwischen dieser Ursache und ihrer Wirkung auf die **Dichte** der **Luft** gefunden habe.

Ehe ich aber auf diese Anwendung komme, die man, wie ich glaube, unmittelbar machen kann, muß

muß ich vorher eine Bemerkung des Herrn **Bouguer** untersuchen, nach welcher es scheint, als ob die Wirkung der Dichte der Luft in beyden Fällen verschiedentlich müsse bestimmt werden.

832. Dieser berühmte Akademist hatte keine beständige Verhältniß zwischen den Höhen der Orte und dem Fallen des Barometers gefunden, und vermuthete daher, die **Dichte** der **Luft** sey nicht allezeit dem Drucke, den sie erleide, proportional. Er ward in diesen Gedanken durch den Gebrauch eines Penduls bestärket, das ihm durch den Verlust der Bewegung, den es in gegebner Zeit erlitt, die **Dichte** der **Luft** an dem Orte der Beobachtung anzeigte. Er macht hierüber folgende Bemerkung.

„Die Dichte der Luft, sagt er (v), ist nicht alle„zeit der Barometerhöhe proportional; sie ist oft „größer oft kleiner, wie ich selbst in der Nähe des „Meers gefunden habe. Also hat die Regel, die „für den obern Theil der Cordeliere gilt, einer Be„richtigung nöthig; wenn die Luft dichter ist, so „nimmt die vorige Menge weniger Raum ein, und „man muß die durch die Logarithmen gefundene „Höhe ein wenig vermindern: ist hingegen die Luft „im Vergleich mit der Barometerhöhe zu wenig „verdichtet, so nimmt sie zu viel Raum ein, und „man muß die nach der erstern Regel gefundene „Höhe ein wenig vergrößern. Es scheint auch, die „bey jeder durch die Logarithmen gefundenen Höhe „nöthige Vergrößerung oder Verminderung dürfe „**nicht dem ganzen Ueberschuße oder dem** „**ganzen Defecte der Dichte der Luft pro**„**portional seyn, sondern man müsse sie drey**„**mahl**

v) Mém. de l' Acad. des Sc. ann. 1753. in 12. pag. 800.

„mahl kleiner machen; denn es kömmt hier bloß „auf die Veränderung an, die sich in der Ausdeh„nung der Luftsäule der Höhe nach ereignet.“

Dieß ist der Einwurf des Herrn Bouguer, den er auf folgende Art erklärt. „Wir wollen an„nehmen, sagt er, die Dichte der Luft verändere sich „auf einmahl um ein Zehntheil, ihre Theilchen rück„ten also nach den drey verschiednen Dimensionen der „körperlichen Ausdehnung an einander: so werden „sie der Höhe nach einander etwa nur um den drey„ßigsten Theil näher gekommen seyn. Also würde „bey einer Vermehrung der Dichte um den zehnten „Theil, die Luft an ihrer senkrechten Höhe nur den „dreyßigsten Theil verlohren haben: man müßte „also bey Bestimmung der Höhe der Berge bey den „durch die Logarithmen gefundenen Resultate nur „den dritten Theil der Berichtigung anbringen, „welche der ganze Unterschied der durch das Pendul „angezeigten Dichte der Luft zu erfordern scheint. „Dieß würde nun ohne Zweifel richtig seyn, wenn „die Verdichtung in jeder Luftschicht rings um die Erd„kugel gleichförmig, und alle Theile der Luft in Ru„he wären. Aber die Luft ist niemals in völligem „Gleichgewichte, und ihre Bewegung vergrößert „wahrscheinlicherweise die Wirkung ihrer verschied„nen Ausdehnung. Vielleicht rührt es mit von die„sem Umstande her, daß ich gefunden habe, man „müße die durch die Logarithmen gefundenen Höhen „im Verhältniß des ganzen Unterschiedes der „Verdichtung berichtigen. Wenigstens habe ich „eine so starke Berichtigung an den besonders berech„neten Höhen einzelner Theile der Cordeliere anbrin„gen müssen, wenn ihre Summe die ganze Höhe „geben sollte.

Herr **Bouguer** sahe also das, was ihn seine Versuche lehrten, als eine von einer besondern Ursache herrührende Ausnahme an, daß nemlich **die durch die Logarithmen gefundenen Höhen im Verhältniß des ganzen Unterschieds der Dichte** müßten berichtiget werden. Ich will aber im Gegentheile zeigen, daß eben darinn die allgemeine Regel bestehe.

833. Wir wollen zu dem Ende untersuchen, was für eine Wirkung die Veränderungen der **Dichte** der **Luft** auf die Barometerhöhe hervorbringen müssen.

Die Luftsäule, welche den Unterschied der Barometerhöhe an zween Standpunkten von verschiedner Höhe verursachet, hat allezeit einerley Durchmesser; denn ihre Grundfläche wird durch die Grundfläche der Queckſilbersäule bestimmt: auch ist ihre Höhe bestimmt, welche senkrecht zwischen den beyden Standpunkten liegt. Wenn also die Dichte dieser Luftsäule zunimmt, so bekömmt das Barometer am untern Standpunkte nicht allein diejenigen Lufttheilchen zu tragen, die sich **senkrecht** zu der Säule hinzufügen, sondern auch die, welche seitwärts in den dazu gehörigen Raum eindringen; kurz es empfindet die **ganze** Vermehrung der **Dichte**, welche die Luft in der darüberstehenden Säule erleidet. Also tragen die Annäherungen der Lufttheilchen **nach allen dreyen Dimensionen der körperlichen Ausdehnung** gleichviel bey, das Gewicht der zwischen beyden Standpunkten senkrecht enthaltenen Luftsäule, und also auch den Unterschied der beobachteten Barometerhöhen zu vermehren: und verändern also eine, wie die andere, die aus den Logarith-

garithmen gefundene Höhe. Daher muß man, wie auch die Erfahrung dem Herrn **Bouguer** gezeigt hat, diese **Höhen** im Verhältniß des ganzen Unterschieds der beobachteten **Dichte** und derjenigen, die der drückenden Kraft, d. i. der Barometerhöhe am obern Standpunkte, die diese Kraft ausdrücket, proportional seyn würde, berichtigen.

834. Hieraus folgt, daß die Berichtigungen, durch welche ich die aus den Barometerbeobachtungen geschlossenen Höhen auf dasjenige gebracht habe, was sie seyn würden, wenn die Luft einen bestimmten Grad der **Wärme** hätte, den Veränderungen der **Dichte** der **Luft** durch die **Wärme** proportional seyn müssen. Die Berichtigungen der **Strahlenbrechung** aber müssen eben diesen Veränderungen proportional seyn. Also muß sich meine Regel für die ersten Berichtigungen unmittelbar auf die letzten anwenden lassen.

835. Die vom Herrn **Abt de la Caille** angeführten Beobachtungen des Herrn **Mayer** geben mir Anlaß, diese Analogie durch die Erfahrung zu beweisen. Zwar weiß ich nicht, was für ein Thermometer es sey, dem Herr **Mayer** den Namen des **Reaumürischen** giebt. Man kann aber mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß er sich eines wirklich nach des Herrn von **Reaumur** Grundsätzen verfertigten Thermometers werde bedienet haben, da er einen so wichtigen Gebrauch davon machen, und eine allgemeine Regel zu Berichtigung der **Strahlenbrechungen** suchen wollte. Ausserdem ließe sich auch vermuthen, daß er, wie es in Deutschland gewöhnlich ist, ein Queckſilberthermometer gebraucht habe, und unter **Reaumurischen Graden** Sotheile

des Raums zwischen **Eis**= und **Siedpunkte** verstehe. Beyde Voraussetzungen laufen für uns beynahe auf einerley hinaus: denn ich habe oben gezeigt (453 f.), daß diese beyden Arten von Thermometer in dem untern Theile ihrer Scale wenig von einander abgehen. Dieser Theil aber ist gerade derjenige, den die Veränderungen der Temperatur der freyen Luft gemeiniglich durchlaufen.

836. Ich halte mich zuerst an die letztere Voraussetzung, weil sie mir die bestimmteste Verhältniß zwischen dem **Mayerischen** und meinem Thermometer giebt, da sie sie beyde mit einerley Materie gefüllt annimmt. Hier sind nun 10 **Grade** seines Thermometers, die nach ihm $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ Unterschied in der **Strahlenbrechung** geben, so viel, als $23\frac{1}{4}$ der meinigen: folglich giebt 1 **Grad** meines Thermometers $\frac{1}{5}\frac{1}{1}\frac{1}{1}$ Unterschied in der **Strahlenbrechung**. Eben dieser **Grad** giebt aber auch $\frac{1}{5}\frac{1}{0}\frac{1}{0}$ Unterschied in den aus den Barometerbeobachtungen berechneten **Höhen**. Also verhält sich Herrn **Mayers** Berichtigung der Strahlenbrechung für den durch die **Wärme** verursachten Unterschied der **Dichte** der **Luft** zu der, welche ich aus eben dieser Ursache mit den aus den Barometerbeobachtungen gefundenen **Höhen** vornehme, wie $\frac{1}{5}\frac{1}{1}\frac{1}{1}$ zu $\frac{1}{5}\frac{1}{0}\frac{1}{0}$.

Wenn aber das Thermometer des Herrn **Mayer** ein wahres **Reaumurisches** war, so waren seine Grade alle ein wenig kleiner, als die vorigen, und die **Verhältnisse**, die wir zwischen den Veränderungen des Thermometers und der Dichte der Luft gefunden haben, würden fast um eben so viel, aber auf der entgegengesetzten Seite verschieden seyn. Man kann dieß aus der Tafel sehen, welche ich über

die

die übereinstimmenden Grade des **Reaumurischen** und des **Quecksilberthermometers** von 80 Theilen zwischen den **festen Punkten**, gegeben habe (448 b.).

837. Es ist merkwürdig, daß Versuche von so verschiedner Art und Absicht, als die des Herrn **Mayer** und die meinigen sind, doch beynahe einerley Verhältniß zwischen den Veränderungen der **Wärme** und der **Dichte** der **Luft** geben. Diese Uebereinstimmung muß die Naturforscher zu fernern Untersuchungen ermuntern. Es ist dieß ein bisher noch wenig bekanntes Stück der allgemeinen Naturlehre, dessen Folgen sehr ausgebreitet sind, und in welchem man der Wahrheit schon sehr nahe zu kommen scheinet.

Freylich setzt diese wechselseitige Bestätigung der **Mayerischen** und meiner Versuche voraus, daß ich das Thermometer, das dieser Astronom gebraucht hat, richtig bestimmt habe (*). Inzwischen betrift die Ungewißheit hierüber nur den Grad dieser Bestätigung, und bestimmt mich nur dazu, in dem Reste dieser Abhandlung meine eignen Beobachtungen zum Grunde zu legen, weil ich diese besser, als die **Mayerischen** kenne. Sie haben überdieß noch den beträchtlichen Vorzug, daß sie keinen in Messung der Winkel begangnen Fehlern ausgesetzt sind, wie dieß bey den **Mayerischen** allerdings seyn muß. Auch beziehen sie sich auf ein viel sicherer bestimmtes Mittel, nemlich auf die wirklichen **Höhen** der Luftsäulen, da sich jene auf die **mittlern Strahlenbrechungen** beziehen. Sie sind endlich in aller Absicht einfacher, als die **Mayerischen**, und meine meteorologischen Werkzeuge geben ihnen eine Ge-

*) s. die in den Zusätzen am Ende dieses Werks eingerückte Anmerkung des Hrn. Prof. **Lichtenberg**. A. d. U.

nauigkeit, die Herr **Mayer** nicht erreichen konnte, da er sich nicht, wie ich, aus seinen Werkzeugen vorher ein eignes Studium gemacht hatte.

838. Um nun meine Regel auf die Berichtigung der **Strahlenbrechungen** anzuwenden, muß ich zuerst wiederholen, daß mein Thermometer, dessen **Grade** mit 500theilen der **Dichte** der **Luft** übereinstimmen, zwischen seinen **festen Punkten** in 186 Theile getheilt sey (610). Die erste Forderung wäre also diese, daß das zu astronomischen Beobachtungen bestimmte Thermometer auf eben diese Art müßte eingetheilt werden. Dieß wollen wir wenigstens vorjetzt annehmen.

Die **Null** dieses Thermometers aber dürfte für die **Strahlenbrechungen** nicht an eben dem Punkte stehen, an welchen ich sie für die **Höhenmessungen** setze. Es ist uns daran gelegen, die Entdeckungen des Herrn Abt **de la Caille** über die **mittlern Strahlenbrechungen** so lange Zeit zu benutzen, bis ein anderer Astronom mit gleicher Genauigkeit und Arbeitsamkeit, jedoch mit bessern meteorologischen Werkzeugen diese Arbeit aufs neue wird vorgenommen haben. Bis dahin aber wird es immer gut seyn, die **Null** des **astronomischen Thermometers** auf den Punkt zu setzen, auf welchen Herr **de la Caille** vermuthlich seine **mittlern Strahlenbrechungen** bezogen hat: er nennt ihn den 10ten Grad nach **Reaumur**; und wenn er dieß wirklich gewesen ist, so kömmt er an meiner Scale ohngefehr mit $\frac{22}{180}$ oder mit 22 Graden über dem **Eispunkte** überein: d. i. mit — 17 meiner **Scale**, deren **Null** 39 Grad über dem **Eispunkte** steht.

Auch

Auch muß die Formel für die Berichtigung der Strahlenbrechungen von der verschieden seyn, die ich bey den Höhenmessungen gebrauche. Dort berichtige ich eine nach der Wirkung der Wärme veränderliche Größe, nemlich den Unterschied der Logarithmen der Barometerhöhen, und erhalte eine beständige Größe, nemlich den Unterschied der Höhen der Orte.

Bey den Strahlenbrechungen hingegen berichtige ich die beständige Größe, nemlich die mittlere Strahlenbrechung; und erhalte eine nach der verschiednen Wirkung der Wärme veränderliche Größe d. i. die wirkliche Strahlenbrechung. Es sey also

für die Höhenmessungen	für die Strahlenbrechungen
a, der Unterschied der Höhe der Orte, oder die senkrechte Höhe zwischen beyden Standpunkten	Die mittlere Strahlenbrechung
b, der Unterschied der Logarithmen der Barometerhöhen an beyden Standpunkten	Die wirkliche Strahlenbrechung
c, die Zahl der Grade des Thermometers über oder unter der Null, welche bey $\frac{3}{1}\frac{9}{8}\frac{}{6}$ des Raums zwischen beyden festen Punkten steht	Die Zahl eben solcher Grade über oder unter der Null, welche bey $\frac{2}{1}\frac{2}{8}\frac{}{6}$ eben dieses Raums steht.

Die Formel für die Berichtigung der Größe *b* bey **Höhenmessungen** ist folgende (611.):

$$b \pm \frac{b \times c}{500} = a;$$ oder, welches in der Ausübung bequemer ist: $$b \pm \frac{b \times 2c}{1000} = a:$$ wobey das Zeichen + für die Grade des Thermometers über der **Null**, — für die unter derselben gilt.

839. Um nun diese Formel auf die Berichtigung der **Strahlenbrechungen** anzuwenden, muß man sie in einen Ausdruck für den **veränderlichen Werth** von b verwandlen: denn dieß ist die Größe, die man hier aus dem **beständigen** und bekannten **Werthe** von a, und aus dem durch die Beobachtung gegebnen c sucht. Wenn aber $b \pm \frac{b \times 2c}{1000} = a$; so ist $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2c} = b$. Durch diese letztere Formel also wird man die **wirkliche Strahlenbrechung** erhalten: wobey wiederum das Zeichen + für Grade des Thermometers über, und — für Grade unter der **Null** gilt.

Man findet auch hier, eben wie bey den **Höhenmessungen**, die Gründe dieser Formel wieder. Die **Strahlenbrechung** ist der **Dichte** der **Luft** proportional, und da diese sich in umgekehrter Verhältniß des **Volumens** befindet, so müssen die **Strahlenbrechungen** eben, wie die **Dichten**, in **harmonischer Reihe** fortgehen, wenn sich das Volumen der Luft nach einer **arithmetischen Reihe** ändert. Das letztere findet hier statt, weil ich annehme, es ändere sich nach der Reihe gleicher

Grade

Grade des Thermometers (663. u. 664). Aber auch unsere Formel giebt die **Strahlenbrechungen in harmonischer Reihe**: denn in dem Ausdrucke $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2c}$ ist der **Dividend** beständig; die **Divisoren** aber ändern sich **in arithmetischer Reihe**, weil c durch gleiche auf einander folgende Grade des Thermometers ausgedrückt wird: also gehen die Quotienten, d. i. die Werthe von b, oder die **Strahlenbrechungen in harmonischer Reihe** fort.

840. Um die Erklärung dieser Formel nicht auf einmal allzuverwickelt zu machen, habe ich bisher angenommen, die Versetzung der Null am Thermometer mache keine Aenderung in der Größe der Grade, welches nicht in aller Strenge wahr ist. Ich will also nunmehr zeigen, wie groß die Grade dieses Thermometers werden, oder in wieviel Theile man den Raum zwischen seinen **festen Punkten** eintheilen müsse, wenn sie mit der neuen Stellung der Null, und doch auch noch mit der vorigen Formel übereinstimmen sollen.

Man erinnere sich in dieser Absicht, daß sich die Größe der **Grade** meines Thermometers für die Höhenmessungen darauf gründe, daß sie (unter der Voraussetzung, daß die Ausdehnungen der **Luft** und des **Queckſilbers** proportional sind) 500theile und die **halben Grade** 1000theile des Volumens ausdrücken, das die Luft bey der Temperatur Null einnimmt. Bey dieser Temperatur setze ich also das Volumen der Luft = 1000, nenne c allezeit die Anzahl der auf dem Thermometer beobachteten **halben Grade** über oder unter Null, und drücke das

Volumen einer und eben derselben Luftmasse bey jeder Temperatur durch 1000 $\pm$ c aus.

Nun aber habe ich angenommen, die Temperatur, bey welcher der Herr Abt **de la Caille** seine **mittlern Strahlenbrechungen** bestimmt hat, sey $-17 = -\frac{3}{2}^4$ meines Thermometers gewesen. Also würde das Volumen unserer Luftmasse bey dieser Temperatur $1000 - 34 = 966$ seyn. Nähmen wir also diese Temperatur für die **Null** des **astronomischen Thermometers** an, so wären die **halben Grade** desselben nicht, wie anfänglich, 1000theile, sondern 966theile des Luftvolumens. Zur Probe wollen wir untersuchen, wie groß nach dieser neuen Bestimmung das Volumen der Luft werde, wenn sich ihre Temperatur von der **Null** des **astronomischen Thermometers** bis zu der **Null** des meinigen für die **Höhenmessungen** ändert. Wir wissen schon, daß es $= 1000$ seyn müsse. Es fällt in die Augen, daß meine **Null** am **astronomischen Thermometer** $+17$ sey: das Volumen der **Luft** aber bey $+17$ dieses **Thermometers** wäre $966 + \frac{17 \times 2 \times 966}{966} = 1000$.

Nun würde aber die Formel für die Berichtigung der **mittlern Strahlenbrechungen** nicht mehr $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2c}$, sondern $\frac{966\ a}{966 \pm 2c}$ seyn. Aber diese neue Formel wäre zum Gebrauch sehr unbequem, weil die Zahl 966 darinn als **Multiplicator** und **Divisor** vorkäme, da hingegen die erste sehr bequem ist. Ich will also hier eine Anwendung von dem machen, was ich über **die Scalen der Thermometer** gesagt habe (453 b),

daß

daß man sich nicht an eine bestimmte Größe ihrer Grade binden, sondern dieselben, so oft man häufigen Gebrauch davon zu machen habe, nach Bequemlichkeit abändern müsse.

Ich will daher die Größe der **Grade** meines **Thermometers** für die **Strahlenbrechungen** ändern, um die so bequeme Zahl 1000 wieder in die Formel zu bringen. Es ist klar, daß die neuen **Grade** kleiner seyn müssen, als die vorigen, und daß die Anzahl derselben in dem **Fundamentalzwischenraume** sich zu der vorigen Anzahl verhalten müsse, wie 1000 zu 966. Weil also vorher in diesem **Raume**, nemlich zwischen **Eis-** und **Siedpunkte** 186 Grade waren; so muß die neue Scale deren $192\frac{1}{2}$ enthalten, weil $1000 : 966 = 192\frac{1}{2} : 186$. Ich will aber eine runde Zahl nehmen und der Scale des **astronomischen Thermometers** 192 **Grade** geben. Diese Zahl, welche viel **Divisoren** hat, wird zur Abtheilung der **Scale** bequem seyn. Die **Null** will ich an den 23sten Grad über den **Eispunkt** setzen: ob sie gleich, da wir itzt andere Grade haben, eigentlich bey $22\frac{1}{2}$ stehen sollte. Allein man kann ja der Bequemlichkeit halber ohne weitere Folgen zu dieser Stelle eine beliebige Zahl wählen: und überdies vermuthe ich auch, der **untere feste Punkt** am Thermometer des Herrn Abt de la **Caille** sey nicht der wahre **Reaumurische**, sondern, wie bey uns, der **Punkt des zerschmelzenden Eises** gewesen (446 g). Und wäre dieß, so würde der zehnte Grad dieses Thermometers in der That mit dem 23sten am astronomischen Thermometer übereinstimmen.

Bey dieser Eintheilung des Thermometers würde man also zur Berichtigung der **mittlern Strahlenbrechungen** für die Wirkung der verschiednen Wärme die bequeme **Formel** $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2\ c}$ behalten können, die, wie ich glaube, alle nöthige Genauigkeit haben wird. Ich habe zwar in der Abhandlung von den **Höhenmessungen** (661.) einige noch übrigbleibende Ursachen der Ungewißheit in Bestimmung der Wirkungen der **Wärme** auf die **Dichte** der **Luft** angegeben, welche auch hier einigen Einfluß haben könnten: aber dieser würde immer unmerklich seyn. Und sollte man ja zu einer genauern Bestimmung kommen, so würde sie nichts weiter, als einige Aenderung in der **Scale** des **astronomischen Thermometers** veranlassen.

841. Ich kann nicht umhin, hier noch etwas über das Thermometer überhaupt zu sagen. Man sieht aus der Veränderung, die ich damit vorgenommen habe, um es zum astronomischen Gebrauch geschickt zu machen, wie wichtig es sey, seine Verfertigung auf einfache und sichere Gründe zu bauen, wie leicht die **Scale** desselben alle Gestalten annimmt, so bald man nur sicher über den **Gang** der Materie ist, aus der es besteht, und die festen Punkte leicht und gewiß bestimmen kann. Wenn man nicht allgemein darinn übereinkäme, das **Queckſilber** dazu zu gebrauchen, und den **Fundamentalraum** allezeit auf einerley Art zu bestimmen, so würde aus solchen Aenderungen die größte Verwirrung entstehen.

Man

Man sieht aber auch, daß man, wenn diese Vorsicht gebraucht wird, kein Bedenken tragen dürfe, die Scale zu verändern, wenn man dabey in Absicht auf die Bequemlichkeit wesentliche Vortheile erhält. Man kann sich allezeit genau verstehen, und sogar durch einfache und kurze Rechnungen die an den besondern Scalen gemachten Beobachtungen, nach der gemeinen Scale ausdrücken, an welche wir einmal gewöhnt sind, und daher durch sie lebhaftere Begriffe von der Größe der Wärme erlangen.

842. Ich komme nun auf die beyden Verhältnisse zwischen den Veränderungen des **Barometers** und der **Strahlenbrechung**, die ich beyde von einander unterschieden habe. Vielleicht ist es eben nicht nöthig, diesen Unterschied zu machen; ich führe ihn hier nur deswegen an, weil ich es für nöthig halte, meine Zweifel über den Einfluß der **Dünste** auf die **Strahlenbrechung** aufzuklären. Sollte die Erfahrung meinem Vermuthen nicht beystimmen, oder könnte dieser Einfluß unter keine bestimmte Regel gebracht werden, so dürfte man alsdann des Barometers wegen nur eine einzige Gleichung gebrauchen, indem man die **mittlern Strahlenbrechungen** nach der Verhältniß der Barometerhöhe, auf welche sie sich bezögen, zu der beobachteten berichtigte. Man wird jetzt mit dieser Berichtigung zufrieden seyn müßen, bis irgend ein arbeitsamer Astronom die von mir vorgeschlagne Prüfung wird angestellt haben. Nach dieser nothwendigen Bemerkung komme ich wieder auf meinen gemachten Unterschied zurück.

Die erste Verhältniß der Veränderungen des **Barometers** und der **Strahlenbrechungen** ist

sehr

sehr wohl bestimmt: sie bezieht sich auf die verschiedne Höhe der Beobachtungsorte. In dieser Beziehung ist in es aller Strenge wahr, **daß sich die wirkliche Brechung zur mittlern verhalte, wie die wirkliche Barometerhöhe zu derjenigen, auf welche sich die mittlern Strahlenbrechungen beziehen.** Dies ist also der Grund der einen Berichtigung, welche allezeit von der folgenden kann unterschieden werden, wenn die Höhe des Beobachtungsorts bekannt ist; wie ich bald erklären will.

843. Die andere Berichtigung wegen des Barometers aber bezieht sich auf die Ursache der Veränderungen, die die Barometerhöhe an einem und demselben Orte erleidet. Wenn diese Ursache nichts als die **Schwere** der Luft änderte, so würde die daraus entstehende Berichtigung der **Dichte** proportional seyn, und sich so mit der ersten verbinden, daß die Barometerbeobachtung ohne auf die Höhe des Orts zu sehen, zu ihrer Bestimmung hinreichend wäre. Wenn aber durch eben diese Ursache auch die **Federkraft** der **Luft**, und insbesondere ihre **strahlenbrechende Kraft** geändert wird, so werden die Veränderungen der **Strahlenbrechung** und des **Barometers** einander nicht mehr proportional bleiben: theils weil es die letztern nicht mit den Veränderungen der **Dichte** der **Luft** bleiben, theils und hauptsächlich, weil sie nicht unmittelbar mit den Veränderungen der **strahlenbrechenden Kraft** der **Luft** im Verhältniß stehen.

844. Es scheint mir also rathsam, beyde Berichtigungen so viel möglich von einander zu unterscheiden, bis meine Zweifel aufgeklärt seyn werden: dies kann man auch thun, so oft man weiß, wie hoch

das

das Queckſilber am Orte der Beobachtung ſtehe, wenn es ſich auf der Sternwarte zu Paris 28 Zoll hoch hält. Ich wähle dieſen Barometerſtand, weil der Hr. Abt **de la Caille** ſeine **mittlern Strahlenbrechungen** darauf bezogen hat.

845. Man kann dieſe Verhältniß auf zweyerley Art erfahren. Die erſte und ſicherſte kann man gebrauchen, wenn die Höhe des Beobachtungsorts über die Pariſer Sternwarte bekannt iſt, oder über die Meeresfläche, welche 46 **Toiſen** unter dem groſſen Saale der Sternwarte liegt. Denn nach meiner Regel für die Höhenmeſſungen kann man aus den Barometerhöhen an zween Orten und der Temperatur der Luft den Unterſchied der Höhe der Orte finden: folglich kann man auch aus dem Unterſchiede der Höhe die Barometerhöhe am Beobachtungsorte finden, die mit 28 **Zoll** auf der Pariſer Sternwarte für eine beſtimmte **Temperatur** der **Luft** (welche hier die **Null** des **aſtronomiſchen Thermometers** ſeyn muß) übereinſtimmt.

Auch kann man dieſe Verhältniß durch das Mittel aus einer gewißen Anzahl übereinſtimmender Barometerbeobachtungen an beyden Orten finden, wenn die Entfernung nicht viel über 100 franzöſiſche Meilen beträgt.

846. Ich nehme alſo an, man habe durch eine von dieſen Methoden die Barometerhöhe gefunden, die am Orte der Beobachtung mit 28 **Zollen** auf der Pariſer Sternwarte übereinſtimmt. Der Unterſchied beyder Höhen wird eine proportionale und beſtimmte Größe geben, um welche man die **mittlern Strahlenbrechungen** des Hrn. Abt **de la Caille** verändern muß. Es wird ſich alſo ein jeder

Beobachter leicht eine besondere Tafel über die **mittlern Strahlenbrechungen** für seinen Beobachtungsort verfertigen können; d. i. für die Barometerhöhe, die sich an demselben mit 28 **Zollen** auf der Pariser Sternwarte übereinstimmend findet.

847. Wenn man auf diese Art den Einfluß der **Wärme**, und der Höhe des Orts auf die Strahlenbrechung für eine Luft, die ihre Natur nicht verändert, bestimmt hat, so wird man desto leichter die Wirkungen der Ursache entdecken können, die den Barometerstand an einem und ebendemselben Orte verändert. Denn wenn man nun an jedem Beobachtungsorte, die **mittlern Strahlenbrechungen** nach der verschiednen **Wärme** berichtiget, so muß der Rest der Veränderungen dieser Ursache zugeschrieben werden, und wird sich nun mit den Barometerveränderungen vergleichen lassen.

848. Oft ist es nützlich, die Schwierigkeiten einer Unternehmung voraus zu wissen. Wenn sie auch bisweilen den Muth schwächen, so muntern sie doch weit öfter das Genie zur Anstrengung und Arbeit auf. Ich will also die Schwierigkeiten nicht verschweigen, die man bey der Untersuchung dieser letztern Berichtigung antreffen wird, wenn nemlich die **Dünste**, welche die Hauptursache der Barometerveränderungen sind, auch Veränderungen in der **Elasticität** und **strahlenbrechenden Kraft** der **Luft** hervorbringen.

Wenn dies ist, so wird man keine beständige Verhältniß zwischen den Veränderungen der **Strahlenbrechungen** und des **Barometers** finden; denn fürs erste wirken die **Dünste** nicht allezeit auf einerley Theile der Luftsäulen; auch nicht gleichstark

auf

auf den ganzen Raum, in den sie wirken: sie können den größten Theil der Säule, die auf dem Barometer liegt, einnehmen, ohne den Ort, wo es steht, zu erreichen, oder daselbst in großer Menge vorhanden zu seyn, und umgekehrt. Also werden die Barometerveränderungen nicht allezeit den Zustand der Luft am Beobachtungsorte in dieser Absicht anzeigen, und man wird daher häufige Ausnahmen und Ungleichheiten finden.

Auch können eben daher noch Ausnahmen von der Regel der Veränderungen durch die **Wärme** entstehen: denn die **Wärme** wirkt nicht auf einerley Art auf **feuchte** und **trockne** Luft, und meine Regel, die das mittlere Resultat aus einer großen Menge von Beobachtungen ist, setzt in Absicht auf die Vermischung der **Luft mit Dünsten** einen mittlern Zustand voraus.

849. So wird also auch das **Hygrometer** ein zur Sternkunde nöthiges Werkzeug: denn dieses allein kann mit Gewißheit anzeigen, ob im Augenblicke der Beobachtung die **Luft feuchter** oder **trockner** sey, als bis auf einen gewißen Punkt, auf welchen die **mittlern Strahlenbrechungen** bezogen sind. Stünde das **Hygrometer** auf diesem Punkte, so müste die **Strahlenbrechung** allezeit der Barometerhöhe proportional seyn. Wenigstens glaube ich, man würde dies durch die Erfahrung finden.

Ich will mich nicht besonders bey dem Gebrauch des **Hygrometers** für die **Strahlenbrechungen** aufhalten. Ich habe schon davon in Rücksicht auf die **Höhenmessungen** geredet (737 u. f.), und was ich dort gesagt habe, läst sich fast un-

mittelbar auf die **Strahlenbrechungen** anwenden, auf die ich schon damahls dachte, als ich mich auf dasjenige einließ, was meine Beobachtungen über die Gegenwart der **Dünste** in der **Luft** beym **Fallen** des Barometers zu erkennen geben.

850. Ich will zum Beschluß alles, was ich über die **Strahlenbrechungen** gesagt habe, kürzlich wiederholen. Man soll in diesem Fache noch neue Entdeckungen machen, und Zweifel heben; und aus diesem Gesichtspunkte will ich die Sache betrachten.

851. Fürs erste, glaube ich, müste man an jedem Beobachtungsorte, dessen Höhe über die Meeresfläche bekannt wäre, Tafeln der **mittlern Strahlenbrechungen** haben, die bloß wegen des Unterschieds der Höhe der Orte von einander abgiengen, und sich also nach den Unterschieden der übereinstimmenden Barometerhöhen richteten (846). Diese erste Bestimmung, welche vermuthlich in der Folge Verbesserungen zulassen würde, könnte man anfänglich auf die **mittlern Strahlenbrechungen** des Herrn Abt **de la Caille** gründen. Der Grad der **Wärme** auf den sie sich bezögen, müste bey allen solchen Tafeln eben derselbe, und die Null des **astronomischen Thermometers** seyn (838.).

852. Ich setze nun voraus, daß man sich durch neue Beobachtungen wohl verfertigter Barometer und Thermometer, und irgend einer Art von **Hygroscop** in Stand gesetzt habe, die in den Tafeln befindlichen **mittlern Strahlenbrechungen** mit einer großen Anzahl **wirklicher** (d. i. aus Beobachtungen durch die zu dieser Absicht dienlichen Mittel gefundener) zu vergleichen. Alsdann müste man bey den zu einerley Winkeln gehörigen **mittlern Strahlenbre-**

lenbrechungen die angezeigte Berichtigung wegen der verschiednen **Wärme** der **Luft** anbringen (840.): und dann den noch übrigen Unterschied zwischen diesen berichtigten **mittlern** und den **wirklichen Strahlenbrechungen** mit den Barometerveränderungen vergleichen. Fände man eine regelmäßige Verhältniß zwischen beyderley Unterschieden, so hätte man den Zweck erreicht. Fänden sie sich gar den Barometerhöhen proportional, so dürfte man nur eine einzige Berichtigung für das Barometer machen; man könnte für jeden Beobachtungsort, seine Höhe möchte seyn, welche sie wollte, einerley **mittlere Strahlenbrechungen** gebrauchen, und dürfte sie nur in der Verhältniß der beobachteten Barometerhöhe zu 28 **Zollen** berichtigen.

853. Aber ich zweifle, daß sich die Arbeit so sehr werde abkürzen lassen. Besonders glaube ich, es werde einige Berichtigung der **mittlern Strahlenbrechungen** wegen der Unvollkommenheit der bisher dazu gebrauchten meteorologischen Werkzeuge nöthig seyn, wenigstens, wenn sich die Fehler nicht zufälliger weise aufgehoben haben. Eine gewisse Anzeige, daß diese Berichtigung nöthig sey, würde dies seyn, wenn man nach der Berichtigung für die **Wärme** in den Beobachtungen, bey welchen die Barometerhöhe nicht weit von 28 **Zollen** unterschieden wäre, merkliche Abweichungen nach einerley Seite bemerkte. Alsdann müste man zuerst diese Veränderung vornehmen, ehe sich etwas über die Berichtigung wegen der **Barometerveränderungen** entscheiden ließe. Eben so habe ich bey meiner Untersuchung der **Höhenmessungen** die Coefficienten meiner ersten Formeln ändern müßen, so oft ich eine Ursa-

che der Fehler aus meinen Beobachtungen hinwegschaffen wollte.

854. Sollten nun nach dieser Veränderung der **mittlern Strahlenbrechungen**, und nach ihrer Berichtigung wegen der **Wärme**, die Unterschiede zwischen ihnen und den **wirklichen Strahlenbrechungen** noch nicht in einer regelmäßigen Verhältniß mit den Barometerveränderungen stehen, so müste man sich begnügen, die für die Barometerhöhe von 28 **Zollen** gehörigen **mittlern Strahlenbrechungen** proportional mit der beobachteten Barometerhöhe zu berichtigen. Dadurch würden sich die Abweichungen entdecken, die man alsdann mit der Anzeige eines **Hygroscops** vergleichen könnte, das man neben dem Instrumente, wodurch die Höhen der Gestirne gemessen würden, der freyen Luft ausgesetzt hätte.

855. Aber hier würden sich erst die Schwierigkeiten zeigen, weil wir zum Unglück noch kein **Hygrometer**, d. i. kein Werkzeug haben, welches die Veränderungen der **Feuchtigkeit** auf eine bestimmte Art, und von einem bestimmten Punkte aus abmißt. Inzwischen würden schon die **Hygroscope** dabey einige Dienste leisten, wenn man auch nur einige Verbindung zwischen den angezeigten Veränderungen der **Feuchtigkeit** der **Luft** und den erwähnten Abweichungen entdecken könnte. Ich will die kleinen Hülfsmittel, die man dabey gebrauchen könnte, nicht erst anzeigen: die Erfahrung wird die Beobachter sicherer leiten, als ich es zu thun im Stande wäre.

856. So viel scheint mir gewiß, daß man nach soviel möglich genauerer Bestimmung der **mittlern Strahlenbrechungen**, und ihrer genauen Berich-

tigung

tigung für die verschiedne **Dichte** der **Luft**, die aus der Verschiedenheit des darauf wirkenden Drucks und der **Wärme** entsteht, die vielleicht noch übrigen **Ursachen** der Veränderung der **Strahlenbrechungen** weit leichter werde entdecken können, als vorher, da noch alles unbestimmt war. Sie können schwerlich dem Auge eines aufmerksamen Naturforschers entgehen, der die Abweichungen von den allgemeinen Regeln sorgfältig mit allen dabey vorkommenden Umständen vergleicht. Eine zahlreiche Sammlung von Beobachtungen über einerley Gegenstand, die von einer Last unnöthiger Umstände, womit man sie oft überhäuft, befreyt, und sorgfältig mit allen nöthigen, die einen Einfluß haben können, versehen sind, ist ein vortreflicher Leitfaden in Untersuchung der Natur. Die ganze Naturlehre ist in einander verwickelt: hat man aber einmal die Hauptverbindung zwischen Ursache und Wirkung richtig gefaßt, so wird sie fast allemal den Zusammenhang mit andern Wirkungen entdecken, deren Verwickelung auf den ersten Anblick ein Chaos ohne Ordnung zu seyn schien.

Untersuchungen

über den verschiednen Grad der Wärme des siedenden Wassers

als ein Anhang zu dem II. Capitel der Zweyten Abtheilung.

nebst der Geschichte einiger Reisen auf die Berge von Faucigny.

Erstes Capitel.

Veranlassung zu diesen neuen Untersuchungen.

857. Das Werk, welches ich dem Publikum vorlege, ist nach keinem vorherangelegten Plane geschrieben. Ich machte meine ersten Versuche nicht, um sie zu beschreiben: sondern ich beschrieb sie, weil ich durch ihre Ausführung auf Entdeckungen kam, die mir der Aufmerksamkeit der Naturforscher würdig schienen. Eben so wenig folgte ich in den Versuchen selbst einem bestimmten Plane. Ich habe die Naturlehre schon in der frühsten Jugend geliebt; und weil ich damals Gegenstände wählen muste, die für dies Alter die schicklichsten waren, frühzeitig Thermometer unnd Barometer verfertiget.

Ich sahe dabey bald, daß die Anzeigen meiner Barometer merklich von einander abgiengen, ob sie gleich an einerley Orte standen. Ich bestand darauf, die Ursache davon zu erfahren, und es gelang mir endlich, Barometer zu machen, welche ziemlich miteinander übereinstimmten, wenn sie einerley Grad der Wärme hatten (*a*). Auch fand ich das Mittel,

(*a*) Ich will bey dieser Gelegenheit noch einen Versuch anführen, den Herr l' Epinasse, Mitglied der Londner königlichen Gesellschaft zu Nion in der Schweitz vor kurzem gemacht hat. Er hat das Queckſilber in zwoen Röhren zu einerley Höhe gebracht, ob er es gleich nur in der einen gekocht hatte; welches mit dem, was ich oben darüber gesagt habe, zu streiten scheint.

Herr l' Epinasse hat aus Zinnober wiederhergestelltes Queckſilber gebraucht: er hat seine Röhren inwendig mit Weingeist ausgewaschen, sie mit einem leinenen Wischer ausgerieben, bis sie trocken waren, und darauf mit Queckſilber gefüllt. Beyde Röhren sind beynahe gleichgroß, nnd in beynahe gleichgroße Behältniße gestellt. Ich selbst habe beyde Barometer genau auf einerley Höhe gesehen. Meine Barometer aber habe ich niemals übereinstimmend machen können, ohne das Queckſilber darin zu kochen.

Es scheint daher, als ob die von mir nicht beobachtete Art des Herrn l' Epinasse, seine Röhren zu reinigen, die daranhangende Luft abgetrennt, und also in dieser Absicht einerley Wirkung mit dem Kochen gethan habe.

Inzwischen weiß ich nicht, ob Herr l' Epinasse eben dieses mit innländischen Röhren würde ausgerichtet haben. Die seinigen sind aus England, und das englische Glas übertrift alles andere an Gleichförmigkeit der Materie und Glätte der Oberfläche, welche eine Folge der ersten ist. Ein Beweiß davon sind die Wasserwagen von englischem Glase, in welchen sich die Luftblase schon bey einer Neigung von einer Sekunde bewegt.

ihre Anzeigen auf diese Uebereinstimmung zurückzubringen, wenn dieselbe durch die Verschiedenheit der Wärme unterbrochen ward. Bis dahin aber dienten mir meine Untersuchungen bloß zum Vergnügen, und ich gedachte noch nicht zu schreiben.

Indem ich mich mit diesen physikalischen Versuchen beschäftigte, machte mein Bruder die erste Anlage zu seinem Naturaliencabinette. Dies Vorhaben stimmte so sehr mit dem Geschmacke, den ich überhaupt an dem Studium der Natur fand, überein, bewegt. Ich habe eine so vollkommne bey Herrn l'Epinasse selbst gesehen. Die besten unter den Röhren, die ich zu meinen Barometern habe brauchen können, würden als Wasserwagen kaum bey einer Minute Neigung empfindlich seyn. Die englischen Röhren selbst sind in dieser Absicht von einander verschieden: eine solche Röhre zur Wasserwage würde eine halbe Guinee kosten, da eine andere, in der die Luftblase nicht beweglich genug wäre, kaum einen halben Sou zu stehen käme.

Dies läuft auf meine Vermuthung über die Ursachen der verschiednen Abweichungen, die ich noch an meinen Barometern bemerke, hinaus: und ich glaube immer, wenn man Röhren ohne Fehler und aus Zinnober wiederhergestelltes Quecksilber gebrauchen könnte, so würden diese Abweichungen viel geringer werden, wo nicht gänzlich verschwinden (656).

Uebrigens hat auch Herr l'Epinasse mit seinen beyden Barometern nicht alle die Proben angestellt, denen ich die meinigen unterworfen habe. So weiß ich z. B. nicht, ob die Wärme gleiche Wirkung auf beyde gethan habe. Und obgleich der Erfolg zeigt, daß seine Methode sehr gut sey, so halte ich es doch immer für einen kürzern und überhaupt für einen sicherern Weg, die Barometerröhren von Luft und Feuchtigkeit durch das Kochen des Queckſilbers zu reinigen.

ein, daß ich meine Bemühungen mit den seinigen vereinigte. Wir fiengen mit einander unsere Bergreisen an, und da die Mineralien unser Hauptgegenstand waren, so geriethen wir auf einige Ideen über die Theorie der Erde, die wir durch die Untersuchung der Gebirge selbst prüfen wollten.

Wir reiseten im Jahre 1754 auf den Theil der Alpen, der **Faucigny** gegen Morgen begrenzt. Diese Reise war, wie ich schon gedacht habe, die Veranlassung zu allen seitdem angestellten Versuchen über die Höhenmessungen mit dem Barometer.

Schon hatte ich Resultate gefunden, die mir ziemlich Genüge leisteten, als Herr **de la Condamine** nach **Genf** kam. Ich machte ihm den Erfolg meiner Bemühungen bekannt. Niemand hätte größern Antheil an der Sache nehmen können, als er: man weiß, wie sehr er sich schon auf den **Cordelieren** in Gesellschaft der Herren **Bouguer** und **Godin** mit diesem Gegenstande beschäftiget hat. Ich versprach ihm, meine Versuche, so bald sie geendigt seyn würden, der Akademie zu Paris, deren Mitglied er ist, vorzulegen.

Dies that ich im Jahre 1762, und die Akademie beehrte diese erste Schrift mit ihrem Beyfall. Sie war aber schon zu weitläufig, als daß sie den Sammlungen der Akademie hätte beygedruckt werden können, und dies gab mir Anlaß, sie noch weitläufiger auszuarbeiten. Herr **de la Condamine** rieth mir, sie selbst drucken zu lassen, aber vorher einige Punkte, die er mir anzeigte, besser aufzuklären. So drang auch Herr **de la Lande** sehr auf die Nothwendigkeit dieser Aufklärungen.

Ich selbst würde es bedauret haben, wenn ich einige Punkte, die mir sehr wichtig schienen, nicht weiter hätte untersuchen sollen, und war also desto leichter zu diesem Entschluß zu bewegen. Da mich aber mein eigner Antrieb immer weiter hineinzog, als mir die Umstände fortzugehen erlaubten, so konnte ich weder in meinen Versuchen einen bestimmten Plan befolgen, noch der Erklärung derselben, die ich stückweise niederschrieb, eine methodischere Form geben, als meine Bemühungen selbst hatten. Daher kömmt das verhältnißwidrige in den Abtheilungen meines Werks, und die Verwebung der Materien in einander — ein Fehler, den ich erkenne, ohne ihn ändern zu können.

Der Anhang, den ich hier mittheile, und den ich, wenn er zur gehörigen Zeit vollendet gewesen wäre, in das zweyte Capitel der zweyten Abtheilung würde eingerückt haben, ist ein Beweiß davon, wie sehr mein Werk unter währendem Abdrucke angewachsen ist. Da er aber nun einmal von dem ganzen abgerissen ist, so will ich mir auch in demselben mehr Umständlichkeit erlauben.

858. Der Gegenstand, den ich behandlen will, ist die **Wärme des siedenden Wassers**, und meine Hauptabsicht die Vervollkommnung des Thermometers. Auch ist diese Untersuchung an und für sich sehr wichtig für die Naturlehre, und das Resultat derselben weit einfacher, als man denken sollte.

859. Obgleich die ersten Naturgesetze wahrscheinlicherweise sehr einfach sind, so giebt es doch unter den Erscheinungen, die wir beobachten können, fast nicht eine einzige, welche eine unmittelbare Wirkung dieser ersten Gesetze wäre. Dies ist eins der größten Hinder-

Hindernisse, die der Entdeckung der Ursachen entgegenstehen, und die fruchtbarste Quelle unserer Irrthümer. Man sieht die Wirkung allein, und sucht sie einer einzigen Ursache zuzuschreiben, da sie doch meistentheils entweder von einer Verbindung dieser Ursache mit andern, oder gar von mehreren von der eingebildeten ganz unterschiedenen herrühret.

860. Das sicherste Mittel, diese Gattung von Irrthum zu vermeiden, ist dies, daß man niemals einen Ausspruch über die Ursachen wage, ohne vorher die Wirkungen studirt, und die Gesetze, denen sie in ihren verschiednen Graden folgen, entdeckt zu haben. Diese Gesetze der Erscheinungen sind der einzige sichere Leitfaden des Naturforschers: und wenn sie nicht allezeit zur Entdeckung der Wahrheit führen, so sichern sie doch wenigstens vor Irrthümern. Denn hat man erst die Wirkungen wohl bestimmt, und vergleicht sie nachher mit eingebildeten oder unzulänglichen Ursachen, so kann sich fast unmöglich eine genaue Uebereinstimmung zeigen.

861. Man ließ Wasser am Ufer des Meers bey einer gewissen Barometerhöhe sieden: man ließ dann anderes auf hohen Bergen, wo das Barometer niedriger stand, sieden, und fand es im Sieden nicht so warm, als das erstere. Darüber nun dachte man folgendergestalt: Der geringere Druck der Luft verursacht den niedrigern Barometerstand; eben er verursacht also auch die geringere Wärme des siedenden Wassers.

862. Wenn aber die geringere Wärme des siedenden Wassers, so wie die geringere Barometerhöhe, einzig und allein von dem geringern Drucke

der

der Luft herkäme, so müßten beyde Wirkungen einander proportional seyn. Dieß aber sind sie nicht, wie ich aus einer großen Menge von Erfahrungen beweisen kann.

863. Ich habe die ersten Beobachtungen von dieser Art im Jahre 1762 auf der Reise von **Genf** nach **Genua** gemacht. Ich hätte mich damit begnügen können, die Versuche zu **Genua** und auf dem **Mont-Cenis** anzustellen: die Unterschiede der Höhen waren groß genug, um die kleinen Fehler, die sich in die Bestimmungen an beyden Orten hätten einschleichen können, unmerklich zu machen, wenn ich die Regel für kleinere Unterschiede daraus unter der Voraussetzung gezogen hätte, daß sie dem ganzen zwischen **Genua** und dem **Mont-Cenis** gefundenen Unterschiede proportional wären. Allein ich war nicht gewohnt, mich da an Muthmassungen zu halten, wo ich die Erfahrung selbst zu Rathe ziehen konnte.

864. Ich wollte also wissen, ob die Unterschiede des **Drucks der Luft** und der **Wärme des siedenden Wassers** allezeit in dem Verhältniße stünden, das sich zwischen den größten Unterschieden fände. In dieser Absicht machte ich Beobachtungen auf verschiednen Höhen, und glaubte zu bemerken, daß die **Wärme des siedenden Wassers** schneller abnähme, als der **Druck der Luft**. Ich fand aber noch kein regelmäßiges Gesetz dieser Beschleunigung des Abnehmens: und so aufmerksam ich auch auf alle Umstände war, so fand ich doch keine Ursache, der man dieselbe hätte zuschreiben können.

Nun ward ich mißtrauisch gegen die Beobachtungen selbst, oder schloß vielmehr, es ließe sich der wahre Weg, den die Natur bey diesen Erscheinungen gehe, nur durch die allergenauesten und sorgfältigsten Beobachtungen entdecken.

865. Ich mußte daher vieles in den meinigen berichtigen. Die ganze Veränderung, die ich an meinem auf verschiednen Höhen in **siedendes Wasser** gesenkten Thermometer wahrgenommen hatte, nahm einen Raum von $\frac{5\frac{1}{2}}{80}$ oder fast $\frac{1}{15}$ des **Fundamentalraums** seiner **Scale** (451 d) ein, und dieser Unterschied gehörte einer Barometerveränderung von $6\frac{1}{2}$ **Zoll** zu. Also brachte 1 **Linie** am Barometer, welche schon eine merkliche Veränderung **im Drucke der Luft** anzeigt, nur etwa $\frac{1}{14}$ Grad Veränderung am Thermometer hervor. Ich mußte also an demselben wenigstens Vierzehntheile eines Grades genau messen, und mich von der Richtigkeit meiner Beobachtung bis auf diesen Punkt versichern können. Bisher aber hatte ich es noch nicht zu diesem Grade der Genauigkeit gebracht.

866. Was fürs erste die **Unterabtheilungen** der Grade betrift, so war mein Thermometer, dessen **Fundamentalraum** nur 53 **Linien** hielt, zu wenig empfindlich, als das ich 14theile eines Grades darauf hätte wahrnehmen können, besonders wenn ich mich bey der Beobachtung, wie ich zu thun pflegte, nur eines beweglichen Fadens bediente, dessen Abstand von der Spitze ich mit dem Zirkel abnahm. Eben so viel Ungewißheit entstand aus meinen Versuchen selbst. Die aus dem **siedenden Wasser** aufsteigenden Dämpfe blendeten mich, oder

mach-

machten die Röhre trüb, ob ich mich gleich, so oft ich konnte, gegen den Wind stellte. Auch hatte ich nicht immer die nöthige Bequemlichkeit, das Wasser zu sieden. Ich mußte mich nach Ort und Umständen richten, und oft nöthigte mich die Dunkelheit oder die Ungeduld anderer, denen ich beschwerlich fiel, den Punkt, auf welchem das Thermometer stand, auf eine Art zu bestimmen, mit der ich nicht ganz zufrieden seyn konnte. Ob ich also gleich alle mir mögliche Sorgfalt angewendet habe, und in gewißer Absicht mehr, als irgend jemand bisher gethan hat, so scheint mir dieselbe doch noch unzureichend zur Genauigkeit; und hätte ich nicht durch meine Beobachtungen für die Abweichung der beyden Wirkungen, die ich untersuchte, von der Proportion, ein so einfaches und regelmäßiges Gesetz gefunden, so hätte ich dieselbe gewiß nicht der Natur, sondern vielmehr besondern Umständen zugeschrieben.

Aber meine Versuche schienen mir um soviel wichtiger, je unerwarteter ihr Resultat war. Ich entschloß mich, diese Materie tiefer zu untersuchen, und versahe mich mit Werkzeugen, die keinen Verdacht mehr übrig ließen, und die ich eben beschreiben will.

Zweytes Capitel.

Beschreibung der bey den neuen Versuchen über die Wärme des siedenden Wassers gebrauchten Werkzeuge.

867. Die Röhre meines neuen Thermometers ist $9\frac{1}{2}$ **Zoll** lang: und da bey diesen Versuchen weder der **Eispunkt** weit über der Kugel, noch der **Siedpunkt** für die Pläne weit unter der Spitze zu stehen braucht, so gab ich der Kugel eine solche Verhältniß zur Röhre, daß die Ausdehnung des Queckfilbers von der Temperatur des ersten Punkts bis zu der des andern, in der Röhre einen Raum von 8 **Zoll** einnahm, und also ein Grad oder ein Achtzigtheil des **Fundamentalraums** (451 d) ohngefehr $1\frac{1}{2}$ **Linie** betrug.

868. Ein Hauptumstand war, diese **Grade** bey der Beobachtung weiter eintheilen zu können. Dieß habe ich durch ein **Mikrometer** bewerkstelliget, welches einen Theil von dem Gestelle des Thermometers ausmacht, und in der ersten Figur der VII. Tafel vorgestellt ist. Diese Figur hält nach allen Dimensionen $\frac{2}{3}$ des Originals. Das Gestelle besteht aus einer meßingnen Platte a b c d e, die von b nach a rechtwinklicht auf die der Röhre entgegengesetzte Seite zurückgebogen ist. An diesem übergebognem Theile habe ich mit dreyen Schrauben a, b, c, (Fig. 2.) eine runde Scheibe befestiget, deren Durchmesser der Breite der Platte gleich ist. Durch den Mittelpunkt derselben geht die Schraube d e (Fig. 2.) frey hinter der meßingnen Platte vorbey. Diese Schrau-

be endigt sich oben über der Scheibe in den Handgrif f (Fig. 1. u. 2.). Das untere Ende desselben ist abgedreht, und paßt genau in die Oefnung der Scheibe. Ein unten befestigter Ring wird in d durch einen Stift, der durch die Schraube geht, zurückgehalten, und hindert die Schraube, auf oder niederzusteigen, wenn man sie bey dem Griffe f herumdreht.

869. Diese Schraube nun dient die kleine messingne Platte g (Fig. 1.) zu bewegen, welche die Höhe des Queckſilbers im Thermometer anzeigen soll. Die Ebne dieser Platte steht senkrecht auf der Ebne des Gestelles. Sie ist halb rund ausgeschnitten, damit sie frey an der Thermometerröhre auf und niedergehen kann, wenn man vermittelst der Schraube ein anderes meßingnes Stück g (Fig. 2.) auf und abwindet, an welches die kleine Platte an zwey Armen befestiget ist, die durch das Gestelle hindurchgehen, und sich in den beyden Falzen h h verschieben lassen. Diese beyden Arme u u (Fig. 1.) haben Oefnungen, in denen die Platte liegt, und durch einen Stift festgehalten wird.

870. Auf dem Gestelle selbst ist neben dem einen Falze eine Scale verzeichnet, welche dient, die Anzahl der Umdrehungen der Schraube zu bemerken: jede Abtheilung zeigt eine Umdrehung an. Die beygesetzten Numern gehen von 5 zu 5 von oben herab. Die Umdrehungen selbst sind auf der Scheibe in 12 Theile getheilt, und diese Theile giebt ein am obern Ende der Schraube befestigter Zeiger an. Also gebe ich bey jedem Verhältniße der Kugel zur Röhre, den Punkt, auf welchem das Queckſilber steht, in Theilen der Schrauben Umdrehungen an. Vorher muß

ich suchen, wie viel solcher Theile auf den Raum gehen, der zwischen dem Eispunkte, und der o, von welcher ich die Umdrehungen zu zählen anfange, enthalten ist. Ich erhalte also den Punkt, auf welchem das Thermometer im siedenden Wasser gestanden hat, wenn ich von der ganzen in diesem Raume enthaltenen Anzahl dieser Theile, diejenigen abziehe, welche die kleine Platte, die an der Oberfläche des Queckfilbers steht, unter der o anzeigt. Das Hervorspringen dieser Platte befördert die genaue Bestimmung des Punkts, auf welchem das Queckfilber steht; denn wenn man das Auge so stellt, daß es an der Oberfläche derselben hinstreicht, so kann man sie sehr genau an die Oberfläche des Queckfilbers bringen. Die eine Seite der Platte reicht bis an die Scale hinüber, und zeigt die Anzahl der Schrauben-Umdrehungen, so wie der Zeiger auf der Scheibe die Theile derselben an.

871. Ich bediene mich bey der Beobachtung eines Vergrößerungsglases. Denn obgleich die Queckfilbersäule auch ohnedieß sichtbar genug ist, so kann ich doch damit die kleinen Veränderungen bemerken, die dem bloßen Auge entgehen würden; und um die Säule noch sichtbarer zu machen, habe ich in das Gestelle hinter den obern Theil der Röhre ein silbernes Plättgen einlegen lassen. Auf diese Art kann ich $\frac{1}{12}$ einer Schraubenumdrehung hinlänglich unterscheiden, und dieser Raum beträgt doch an dem Thermometer, das ich bey allen meinen Versuchen gebraucht habe, nicht mehr, als etwa $\frac{1}{36}$ eines Grades, deren 80 auf den Fundamentalraum gehen. Eine weitere Abtheilung des Grades würde unbrauchbar seyn. Denn es liegen hier

in der Beobachtung selbst noch Ursachen der Ungewißheit, die $\frac{1}{50}$ eines Grades weit übersteigen.

872. Das Meßing läßt sich durch die Wärme weit mehr, als das Glas, ausdehnen, und da dieser Unterschied bey einer Länge von $9\frac{1}{2}$ Zoll schon merklich wird, so hätte er im siedenden Wasser Fehler in der Beobachtung veranlassen können, wenn ich die Röhre unten an das Gestelle befestiget hätte. Ich habe sie also bloß oben befestiget, wo sie in einen gespaltnen Ring k (Fig. 1.) gehet, in den sie durch eine Schraube eingezwänget wird. Um mich aber zu versichern, daß sie ihre Stellung nicht ändere, lasse ich eine Schraube durch die obere Scheibe gehen, gegen deren Ende l sich die Spitze der Röhre stemmt, und sehe bey jeder Beobachtung nach, ob diese Spitze das Ende der Schraube berühre: wie ich denn dieß auch gemeiniglich finde. Da also die Röhre nur oben befestiget, und die Scale diesem Punkte sehr nahe ist, so ist die Wirkung der verschiednen Ausdehnbarkeit des Meßings und Glases gewiß unmerklich.

873. Die übrigen Theile des Gestells dienen blos zur Beschützung des Thermometers. Man sieht die Einrichtung derselben Fig. 1. Ich will hier nur bemerken, daß die Kugel in eine Art von Keficht eingeschlossen sey, der von den Enden der Platte in d, e, und zwo krummgebognen Stücken Meßing gebildet wird, von denen das eine m, m, n vorn, das andre o, p, n hinten steht: diese werden durch zwo Schrauben q, r, die durch die Platte gehen, zusammengehalten. Die Röhre wird zwar zwischen diesen Schrauben innengehalten, aber doch nicht fest: sie kann abgleiten, wenn sich die Platte im

sieden-

siedenden Wasser verlängert: und um zu vermeiden, daß sie sich nicht von einer Seite zur andern schüttele, habe ich sie an dieser Stelle mit einem meßingnen Ringe umgeben, der ihre kleinen Bewegungen aufhält. Dem ohngeachtet schließt sie an die Platte an, in welcher der Ring in einer daselbst befindlichen Vertiefung ruhet. Auch wird die Röhre noch durch zwey Fäden mit Seide übersponnenen Kupferdraths s, s, an der Platte angehalten, welche eben so wenig die Verlängerung des Meßings hindern. Der Faden t zeigt den Punkt des zerschmelzenden Eises an.

874. Ich komme nun auf die Weise, das Wasser zu kochen. Bey meinen ersten Beobachtungen hatte ich dabey verschiedne Unbequemlichkeiten wahrgenommen, denen ich hier zuvorkommen mußte. 1.) Der Druck des Wassers auf sich selbst, und große Verschiedenheiten in der Gestalt des Gefäßes haben einen Einfluß auf den Grad der Hitze des siedenden Wassers. Man mußte also ein eignes Gefäß haben, das bey allen Versuchen einerley blieb, und in dem das Thermometer allezeit auf einerley Art gestellt werden konnte. 2.) Das Wasser muß äußerst stark kochen, wenn es den höchsten Grad seiner Wärme erreichen soll. Alsdann aber läuft es mit Gewalt aus dem Gefäße, und löscht, wenn es nicht aufgefangen wird, das Feuer aus. Ich mußte also ein Mittel suchen, das herauslaufende Wasser aufzufangen, ohne das kochende im Gefäße zu hindern. 3.) Der starke Dampf, welcher aus dem so heftig kochenden Wasser aufsteiget, legt sich bald an die Röhre an, und verhindert den Beobachter, das Queckſilber zu sehen. Ich mußte daher auch dieß

zu verhindern suchen. 4.) Man findet nicht überall Bequemlichkeit genug, ein so heftiges Feuer anzumachen, als nöthig ist, das Wasser so stark zu kochen. Ich hatte also ein eignes und zu dem Gefäße schickliches Kohlenbecken nöthig.

875. Des ersten Umstandes wegen ließ ich ein kupfernes Gefäß machen, dessen Gestalt die dritte Figur zeiget. Dieses Gefäß hat 9½ Zoll Höhe, 2½ Zoll im Durchmesser an der Oefnung, und 4 Zoll 2 Lin. in der größten Breite des Bauchs. Der obere Theil ist von Zinn, und ist zu einer Schraube geschnitten, auf welche sich ein zinnerner Deckel aufschrauben läßt, der das Gefäß verschließt, wenn man es mit Wasser gefüllt bey sich tragen will. Dieß war eine nöthige Vorsicht: denn man trift nicht überall Wasser auf den Bergen an. In diesem Gefäße habe ich alle meine nachherige Versuche gemacht.

876. Um mein Thermometer allezeit auf einerley Art hineinstellen zu können, befestigte ich hinten an dem Gestelle in i, i (Fig. 1. u. 2.) zwo meßingne Stücken, die in der Mitte ein langes viereckigtes Loch hatten, durch welches sich der meßingne **Riegel** f, f, (Fig. 4.) schieben ließ, der durch den in dieser Figur vorgestellten Deckel geht, von dem ich bald reden werde, und das Barometer allezeit auf einerley Höhe in dem Gefäß erhält. Die Kugel stand alsdann 1½ Zoll weit von dem Boden ab.

Da die zum **Mikrometer** dienende Schraube beym Herumdrehen einigen Widerstand leidet, und die Schwere des Thermometers allein nicht hinreichend

reichend ist, denselben zu überwinden, so stecke ich, so oft ich beobachten will, einen Handgrif x (Fig. 1.) an das Gestelle, bey welchem ich das Thermometer mit der einen Hand wiederhalte, indem ich mit der andern die Schraube drehe. Dieser Handgrif wird in ein paar meßingne Stücken gesteckt, die deswegen unter der getheilten Scheibe angebracht sind.

877. Die zweyte Vorsicht, die ich gebrauchen mußte, gieng dahin, zu verhindern, daß das überlaufende Wasser nicht das Feuer auslösche. In dieser Absicht habe ich an das Gefäß, einen Zoll tief unter der Oefnung, einen Rand anlöthen lassen, der rings herum um einen Zoll vorspringt, bis an die Ebne der Oefnung heraufreicht, und also eine Art von runder Schale bildet, in welcher sich das überlaufende Wasser sammlet. Dieses läuft alsdann durch eine $3\frac{1}{2}$ Zoll lange Röhre in ein kleines an dieser Röhre hangendes Gefäß. Auf diese Weise läuft das Wasser aus dem großen Gefäße in das kleine, und wenn desselben in dem erstern vor Ablauf des Versuchs allzuwenig wird, so kann ich es, fast ohne das Kochen zu unterbrechen, wieder hineingießen.

878. Auch mußte ich noch, wie ich schon erwähnt habe, die Dämpfe des siedenden Wassers abhalten, die die Röhre und mein Glas trübe machten, und mich am beobachten hinderten. Ich habe daher einen Theil der Oefnung des Gefäßes, und des um sie herumlaufenden Randes gänzlich zu verdecken gesucht, und dieß auf der Seite, wo sich die Thermometerröhre befindet, ohne jedoch das kochende Wasser dadurch einzuschließen, weil ich sonst eine Vermehrung der Wärme, wie in der Papinianischen

Maschine befürchten mußte. Dazu dient der Deckel, der Fig. 4. in eben der Verhältniß zum Original, wie die Figuren 1 und 2, vorgestellt ist.

Der cylindrische Theil dieses Deckels geht um die Oefnung des Gefäßes herum, läßt aber rings um dieselbe ein wenig freyen Raum. An ihm befindet sich die Platte d, e, d. welche einen Theil des um die Oefnung laufenden Randes bedeckt. Der obere Theil des Deckels macht einen Abschnitt eines Kreises von ohngefehr 220 Graden aus, und hat in a, a, b, b. eine bis an den Durchmesser reichende Oefnung, die etwas schmäler, als das Gestell des Thermometers ist, hinten aber durch die Einschnitte b, b, eben so breit, als dasselbe, wird. Das Gestell hat in y, y (Fig. 1.) eben solche Einschnitte, in welchen es sich die Oefnung a, a schieben läßt, aber sobald man es ein wenig herunterläßt, nicht wieder heraus kann. Das Thermometer schließt alsdann genau an den Deckel an, der für die Röhre noch eine kleine Oefnung in c hat.

Um es nun völlig zu befestigen, schiebe ich durch zwo in dem cylindrischen Theile des Deckels einander gegenüberstehende Oefnungen, den Riegel f f, von dem ich oben geredet habe. Dieser geht zugleich durch die Oefnungen der Stücken i, i (Fig. 1., 2) welche hinten am Gestelle des Thermometers befindlich sind, und hält dasselbe an den Deckel fest, und also auch an das Gefäß, wenn der Deckel aufgesezt ist.

An dem Rande des Deckels bringe ich das Vergrösserungsglas an, das ich beym beobachten gebrauche. Man sieht leicht, daß ich es nach Bedürfniß höher oder tiefer schieben könne.

Dieser Vorrichtung bediene ich mich, um den Dampf des siedenden Wassers abzuhalten. Der Deckel verhindert, daß er nicht auf die Seite, wo die Röhre ist, kommen kann, und leitet ihn auf die entgegengesetzte; dennoch aber, weil der Deckel 7 bis 8 Linien über die Oefnung des Gefäßes hinausgeht, rings herum einen kleinen Raum frey läßt, und auf der von der Röhre abgekehrten Seite noch weit genug offen stehet, so wird das Wasser nicht gehindert, frey auszudünsten und überzulaufen.

Ein anderer Vortheil, den ich durch diese Anstalten erhalte, ist, daß ich das Thermometer vermittelst derselben wohl befestigen, und alles Schwanken und Schütteln selbst bey dem heftigsten Kochen des Wassers vermeiden kann. Man kann also bey den Beobachtungen ohne Gefahr von dem Gefäße weggehen, um auszuruhen, und freye Luft zu schöpfen, deren man von Zeit zu Zeit nöthig hat.

Dieser **Deckel** hat mir zwar immer gute Dienste geleistet: allein er beschützt die Röhre doch nicht immer für den Dämpfen; selbst, wenn man ihn mehrerer Vorsicht halber gegen den Wind kehret. Selbst bey dem gleichförmigsten Luftzuge giebt es doch immer Zeitpunkte, in welchen die Luft wirbelt: alsdann umgiebt der Dampf die ganze Maschine, oft gerade in dem Augenblicke, wenn man beobachten will. In solchen Fällen muß ich auf die Röhre und das Vergrösserungsglas blasen oder blasen lassen, um den Dampf zu zerstreuen. Ich habe es auch vortheilhaft gefunden, das Vergrösserungsglas zu erwärmen, damit sich der Dampf nicht so leicht verdichte; ich pflege es in dieser Absicht einen Augenblick in das kochende Wasser zu stecken.

879. Die letzte Vorsicht, die ich für nöthig fand, war, mich eines leichten Mittels zu versichern, an jedem Orte ein hinreichend starkes Feuer anzumachen. Dazu hat mir das Kohlenbecken (Fig. 3.) gedient: welches von der gewöhnlichsten und zugleich bequemsten Sorte ist. Der Handgrif ist angeschraubt, damit ich ihn unterweges abnehmen kann: die drey Füße, die zugleich oben zum Aufsatze dienen, sind einwärts gekrümmt, damit sie im Packen weniger Raum einnehmen. Diese Ersparung des Raums war mir sehr nöthig; denn ich muß sehr oft Kohlen mit mir nehmen, ohne welche es schwer hält, ein hinlänglich starkes Feuer ohne Zeitverlust anzumachen. Besonders sind sie auf den Gipfeln hoher Berge ganz unentbehrlich, wo man keine Bäume und Gesträuche mehr antrift, und also an aller Materie zu Anzündung des Feuers gänzlichen Mangel leidet.

Drittes Capitel.

Bemerkungen über den Grad der Genauigkeit, der sich bey Bestimmung der Hitze des siedenden Wassers erwarten läßt. Wahl eines sehr hohen Orts zu dieser Beobachtung.

880. Ich habe im vorigen gesagt, man brauche bey den Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers, die **Grade** des Thermometers nicht weiter, als in 50 Theile zu theilen. Ich will hier die Ursache davon anzeigen, obgleich dieselbe auf Gründen beruhet, die ich erst in der Folge erklären kann. Diese Materie ist mit so vielen Umständlichkeiten überhäuft, daß es gut ist, so viele als möglich, voraus abzuhandlen, ehe man sich in die Hauptuntersuchung einläßt. Sind die **Erscheinungen** einmal beschrieben, so hat man sich hernach mit nichts mehr, als den **Gesetzen** und **Ursachen** zu beschäftigen. Ich will also bey diesem Punkte anfangen, weil er mit der Einrichtung des Thermometers und der Art zu beobachten in Verbindung steht.

Die Beobachtung der **Wärme des siedenden Wassers** ist schon an und für sich sehr delikat: denn diese **Wärme** ist ein **Größtes**, das man nicht anders als mit vieler Schwierigkeit habhaft werden kann. Einmal ist es nöthig, daß das Wasser mit der größten Heftigkeit koche, damit es seine größte Hitze erreiche. Aber durch dieß heftige Kochen läuft es über, und mit seiner Menge nimmt

auch die Wärme des noch übrigen Wassers ab: denn der Grad derselben hängt einigermassen von der Menge des Wassers ab, das auf dem Boden des Gefäßes ruhet.

Hieraus folgt, daß man bey Versuchen, aus welchen man das wahre **Gesetz** des Wachsthums der **Wärme des siedenden Wassers** finden will, den **Grad** derselben allezeit bey einerley Menge von Wasser bestimmen müsse, so leicht es auch bey einer so heftigen Bewegung überlaufen mag.

Ich gieße daher allezeit einerley Menge Wasser in mein Gefäß, unterhalte darunter ein starkes Feuer, damit es, wenn es zum Kochen gelangt, auf einmal und mit der größten Heftigkeit koche; ehe dieß geschieht, lege ich schon vorher die Hand an das Mikrometer und Vergrößerungsglas, und folge mit dem Mikrometer der Bewegung des Queckſilbers, das nach und nach im Thermometer in die Höhe steigt, bis ich endlich mit ihm zu seiner größten Höhe komme, welche es nur einen Augenblick behält, so lange nemlich, als das Gefäß noch so viel Wasser behält, als es im Zustande des stärksten Siedens fassen kann. Denn bald nimmt die Menge des Wassers durch das Ueberlaufen ab, und dadurch kann die Wärme, ob es gleich immer im stärksten Kochen bleibt, wohl um $\frac{1}{10}$ **Grad** abnehmen.

Nach dieser ersten Beobachtung, gieße ich das Wasser, das sich in dem kleinen Gefäße (Fig. 3.) angesammlet hat, wieder in das große; blase das Feuer wieder an, wenn es nöthig ist, und beobachte von neuem. Dieß wiederhohle ich einigemal nacheinander,

ander, und halte mich hernach gemeiniglich an die höchste von allen diesen Beobachtungen.

881. Ich sage, gemeiniglich; und hierinnen eben besteht die Unzuverläßigkeit, von der ich geredet habe. Denn oft, wenn ich bey verschiednen Wiederhohlungen immer einerley Grad der Wärme gefunden habe, steigt bisweilen bey einer neuen das Queckſilber auf einmal um 3 oder 4 Theile des **Mikrometers** über diesen Grad, und dieß selbst, wenn die Menge des Wassers geringer geworden ist. Oft steigt und fällt wohl auch die Queckſilbersäule um so viel in sehr schnellen Abwechselungen: obgleich das Wasser immer mit gleicher Heftigkeit kochet. Man muß also auf einen Zeitpunkt warten, in welchem das Queckſilber still stehet, oder das Feuer verändern, oder Wasser zugießen: kurz, es erfordert viel Zeit, ehe man den Punkt, bey welchem das Queckſilber am öftersten steht, finden kann. Da man aber bey aller nur möglichen Achtsamkeit und Gedult, doch nie sicher seyn kann, diesen Punkt bis auf 2 oder 3 Theile des **Mikrometers** genau bestimmt zu haben, so würde es unnöthig seyn, die Theile kleiner, oder das Thermometer empfindlicher zu machen.

Diese Schwierigkeiten bey der genauen Bestimmung der Erscheinungen hat diese Art von Beobachtungen mit allen andern gemein. Ich habe nie eine, sie sey, von welcher Art sie wolle, angestellt, ohne in meinen Untersuchungen über den Weg, den die Natur darinn gehet, an den äußersten Grenzen der Wirkungen, diese Art des **Schwankenden** und der **Unbestimmtheit** zu finden, die entweder **successive** oder verwickelte Wirkungen mehrerer Kräfte, oft auch beydes zugleich, anzeigt.

882.

882. Erst nachdem ich in den Beobachtungen der **Wärme des siedenden Wassers** mit meinen neuen Werkzeugen wohl geübt war, dachte ich daran, sie an Orten anzustellen, wo sie mir zu meinem Zwecke nützlich seyn könnten. Es kam nun darauf an, irgend einen sehr hohen Berg auszusuchen, der bequem von **Genf** ab läge, und auf dem ich Wasser kochen könnte. Der Unterschied, den ich zwischen dem Versuche des Herrn **le Monnier** auf dem **Canigou** und dem meinigen auf dem **Mont-Cenis** gefunden hatte, machte mich äußerst begierig, einen neuen auf einem Berge anzustellen, der eben so hoch, als der **Canigou** wäre.

Ich entdeckte meinem Bruder dieses Vorhaben, der mir in der Wahl des Orts, und bey der Ausführung selbst behülflich seyn sollte. Wir hatten schon vorher, wie ich schon gesagt habe, den Theil der Alpen besucht, der zunächst an **Genf** liegt, nemlich die von Faucigny, und daselbst verschiedne Spitzen bemerkt, die höher, als der **Canigou** waren. Allein hier konnten wir nicht hoffen, einen schicklichen Ort für unsere Versuche zu finden: die zugänglichen Theile dieses Stücks der Alpenkette, sind alle zu niedrig, und die Gipfel sind steile Spitzen, wie Obelisken, deren noch am wenigsten jähe Seiten Eis bedeckt.

883. Aber wir hatten ausserhalb dieser Kette, ein wenig näher bey **Genf**, einen Berg bemerkt, dessen Gipfel, obwohl mit Eis bedeckt, dennoch zugänglich schien. Man sieht ihn nahe bey **Genf** an dem westlichen Ufer des Sees zwischen den Seen bey **Mole** und **Voirons**, aber in einer großen Entfernung.

Wir

Wir suchten daher den Namen dieses Berges, die Gegend, in welcher er läge, den Weg nach demselben, und ob er zugänglich sey, zu erfahren: aber umsonst, wir fanden keinen, der ihn kannte. Wir mußten ihn also selbst aufsuchen, und dabey Gefahr laufen, eine vergebliche Reise zu thun. Wir thaten deren zwo ohne Erfolg, und erst bey der dritten gelang es uns, den Berg zu ersteigen.

Diese Reisen scheinen mir die Aufmerksamkeit derjenigen Leser, die die Naturgeschichte lieben, zu verdienen. Ich will daher der Abhandlung von den Versuchen, die den Endzweck derselben ausmachen, eine Erzählung dieser Reisen selbst vorausschicken.

Viertes Capitel.

Beschreibung einiger Reisen auf die Gebirge bey Sixt in Faucigny. (*)

884. Am 24 August 1765. reiseten mein Bruder und ich von Genf ab, und nahmen unsern Weg über St. Joire. So, wie wir uns diesem Flecken nä-

(*) Diese Reisebeschreibung enthält so viele merkwürdige Nachrichten, und reizt zugleich so sehr durch die angenehme Schreibart des Herrn Verfassers, daß man geeilet hat, sie dem deutschen Publikum bekannt zu machen, und mir also bey der nicht zu vermeidenden Verspätigung des gegenwärtigen Werks schon zwey oder dreymal zuvorgekommen ist. Man findet die erste Uebersetzung derselben in dem ersten Bande der Beyträge zur Naturgeschichte des Schweizerlandes, Bern. 1775. gr. 8, woselbst sie das zweyte Stück ausmachet, und mit einigen Anmerkungen von Herrn Gruner begleitet ist. Die zweyte erschien stückweise im Hannöverischen Magazin in den Monaten Februar und April des Jahres 1777, und ist mit wenigen Veränderungen unter dem Titul: J. A. de Lüc Reisen nach den Eisgebürgen von Faucigny in Savoyen, Leipzig. 1777. 8. besonders abgedruckt, und mit einer vierten, das Hygrometer angehenden, und von Herrn Detant beschriebenen Reise, auch in der Vorrede mit einer Nachricht von dem Charakter und Lebensumständen des Herrn de Lüc begleitet worden. Ich bin keiner von beyden Uebersetzungen wörtlich gefolgt; habe aber fast durchgängig die zweyte so vortreflich gefunden, daß sie mir nothwendig zur Grundlage der meinigen dienen mußte, weil ich fast allezeit würde verlohren haben, wenn ich ohne Noth von ihr hätte abgehen wollen. A. d. U.

näherten, verlohren wir den Berg aus den Augen, den wir suchen wollten: aber wir hatten schon erfahren, daß wir nach dem Thale von Taninge zu müßten. Wir entdeckten ihn auch wirklich von diesem Thale aus wieder, so bald wir es erreicht hatten. Wir hielten uns daselbst ein wenig auf, um ihn aufmerksam durch Fernröhre zu betrachten, und wurden in der Meinung bestärkt, daß er sich bis zu seinem Gipfel besteigen ließe, und dieß auf der Seite selbst, die wir vor uns sahen. Aber wie leicht kann man sich in der Entfernung irren! Oft findet man leichte Wege an einen Ort, der von fern höchst unwegsam schien: viel öfter aber findet man sich auf einmal an Orten aufgehalten, wo man nicht die geringste Schwierigkeit erwartete.

Noch zu Taninge glaubten wir unser Vorhaben leicht ausführen zu können: aber von hier aus erschien uns der Berg immer steiler, je mehr wir uns demselben näherten. Inzwischen sahen wir damals die Art der Hinderniß noch nicht voraus, die uns in der Folge aufhielt.

Als wir uns dem Flecken **Samoin** näherten, sahen wir den mit Eis bedeckten Gipfel des Berges, den wir eigentlich erreichen wollten, sich immer mehr erniedrigen, und im Vergleich mit andern Felsen, zu denen er vorher mit zu gehören schien, tiefer hinab rücken. Jenseits **Samoin** verbarg er sich endlich hinter einen andern näheren, den wir nun umreisen mußten. Die Nacht kam heran, und zugleich ward der Weg beschwerlicher, so daß wir anfiengen verlegen zu werden, als wir einen Bauer antrafen, der denselben Weg gieng. Wir erfuhren von ihm, daß das Dorf **Sixt** am Fuße unsers Berges liege, und

daß

daß er selbst dahin gehe. Wir folgten ihm also durch **Vallon**, ein Dorf in einer sehr anmuthigen Ebne, in einen holen Weg, der uns längst der **Giffre** (*b*) nach dem Dorfe **Sixt** führte. Wir kamen daselbst bey Nacht, nach einer Reise von eilf Stunden an.

885. Es war die Frage, wo wir ein Nachtlager finden sollten. Unser Führer hatte uns dazu keine Hofnung machen können, ausser in einer Abtey, die den daselbst wohnenden Geistlichen gehörte. Wir fanden das Kloster schon verschlossen, allein die Noth machte uns dreist. Wir ruften, bis man uns hörte, zeigten unsere Bedürfnisse an, und wurden mit aller möglichen Gastfreyheit aufgenommen.

Indem man unser Abendessen bereitete, liessen unsere Geistlichen Leute aus dem Dorfe rufen, die den Berg kannten. Weil aber die Weiden, die sie daselbst besuchen, nur bis auf die halbe Höhe des Berges gehen, so konnten sie uns nichts von dem Gipfel sagen, den wir ersteigen wollten: nur einer von ihnen erbot sich, uns bis an die höchsten Häuser zu führen, wo sich ein Schäfer finden würde, der weitern Bescheid wüßte.

Wir beschlossen also, den folgenden Morgen auf den Berg zu steigen, und unsere höflichen Wirthe versorgten uns mit allem dazu nöthigen Vorrathe.

886.

(*b*) Die Giffre ist ein ansehnlicher Bach, entsteht aus dem Eise des Berges, den wir besteigen wollten, und ergießt sich unterhalb **Bonneville** in die **Arve**.

886. Das Dörfgen, wohin wir gehen wollten, heißt **Granges-des-Communes**: es besteht aus einer Reihe von Hütten, welche an dem Abhange der Weiden heruntergehen, und liegt unter einem kleinen Felsen. Diese Hütten bestehen aus einem blossen Umschluße von Steinen, die etwa drey Fuß hoch übereinander gelegt sind, und werden durch Dächer von tannenen Schindeln bedeckt, so daß die Forste einerley Richtung mit der Reihe der Hütten selbst nehmen. Nur in der Mitte derselben kann man aufrecht stehen. In diese zerbrechlichen und unbequemen Wohnungen kommen die Bauern von Sixt, um darinnen die, freylich kurze, Zeit zuzubringen, binnen welcher die Weiden von Schnee entblößt sind. Es wäre unnütz, mehr Sorgfalt auf Erbauung dieser Hütten zu verwenden: denn ungeachtet der Anlage, von welcher ich geredet habe, nach welcher sich die Hütten einander wechselsweise schützen, und ungeachtet des kleinen Felsens, der sie von der Seite des Berges her bedeckt, werden sie doch oft durch die **Lauinen** zertrümmert — ein Unfall, dem sie darum nicht weniger ausgesetzt wären, wenn man sie mit größern Kosten erbaute.

887. Weil ich vornemlich die Absicht habe, in dieser Erzählung die Bemerkungen zur Naturkunde und Naturgeschichte mitzutheilen, die wir auf diesen Reisen gemacht haben, so wird es nicht unschicklich seyn, hier etwas von der fürchterlichen Erscheinung auf den hohen Bergen zu sagen, die man mit dem Namen der **Lauinen** (*avalanches*) belegt.

Der Schnee bleibt oft, entweder beym Fallen selbst, oder wenn er sich durch den Wind anhäuft, an einem Orte hangen, wo ihn nichts hält, als die

Rauhigkeit des Grundes, an den sich die unterste Lage anhängt, über welche sich dann die folgenden Lagen eine nach der andern anfügen. Selbst in der Pläne werden aufmerksame Beobachter Schneeklumpen dieser Art an Orten bemerkt haben, wo man auf den ersten Anblick über sie erstaunen muß. So lange nun des angehäuften Schnees nicht zu viel ist, und sein Zusammenhang durch nichts unterbrochen wird, so behält derselbe das Uebergewicht über seine Schwere, und bleibt unbeweglich liegen. Wenn aber die Masse zu groß, oder durch irgend eine Ursache die Verbindung, die sie festhält, geschwächt wird, so stürzt alles mit einemmale herab.

Die den Schnee festhaltende Verbindung kann hauptsächlich durch zwo Ursachen geschwächt werden. Die erste ist die gewöhnlichste, und findet im Frühlinge statt. Wenn sich die Luft in dieser Jahrszeit wieder erwärmt, so fängt sie an den Schnee zu zerschmelzen: das daraus entstehende Wasser tröpfelt hinunter, und löst die Klammern ab, die die ganze Schneemasse an dem Grunde festhielten. Oder wenn der Schnee auf abschüßig liegenden Felsstücken ruht, die von höhern Felsen herabgestürzt sind, so gleitet auch wohl der Grund selbst ab, zumahl wenn die Felsen aus Schiefer oder andern blättrigen Steinarten bestehen, deren Bruchstücke kleine Platten sind, die leicht übereinander hingleiten, wenn das Schneewasser zwischen sie eindringt.

Eine andere Ursache des Herabfallens dieser, fast sollte man sagen, hangenden Schneeklumpen, ist der ersteren ganz entgegengesetzt: es ist die große Kälte. Bey dieser gefriert der Schnee stärker; wird dadurch aus seiner Verbindung gebracht, und in einen fei-

nen Staub verwandlet, dessen Theile hart und glatt sind. Alsdann ist der Zusammenhang überall schwach, und es kömmt endlich ein Zeitpunkt, da sich die Masse nicht mehr halten kann, und mit einemmale herabstürzt.

Eine der gewöhnlichsten Ursachen, die den schon zum Fallen geneigten Schnee wirklich in Bewegung setzen, ist der aufs neue fallende Schnee. Dieser vermehrt die Schwere, welche nun von den schon zum Theil aufgehobnen Anhängen der vorigen Masse nicht mehr erhalten werden kann. Oft tragen auch die Winde dazu bey. Wenn die Haltung aufs höchste geschwächt, oder die Schwere schon nahe dabey ist, das Uebergewicht zu bekommen, so ist zuweilen die geringste Ursache hinreichend, den Fall zu bewirken. Die Bewohner dieser Berge sind überzeugt, daß schon der Schall der Glöckchen ihrer Maulesel im Stande sey, einen solchen Schneefall zu veranlassen, den man eine **Lauine** nennt. Auch nehmen sie an gefährlichen Orten im Frühling diese Glöckchen ab. An solchen Orten, wo es jährlich **Lauinen** giebt, sucht man sie, wenn sie zu lang ausgeblieben sind, durch Schießen in den benachbarten Gegenden zu befördern.

888. Auf Bergen von mäßiger Höhe, wie die Kette des **Jura** ist, richten die Lauinen selten große Verwüstungen an. Auf diesen Bergen sind der großen freyen Plätze zu wenig dazu: sie sind fast überall durch Gehölze, Felsen oder Bäche unterbrochen, und haben also keine Schneefelder von beträchtlicher Größe. Ueberdieß fängt der Schnee hier auch später an zu fallen, als auf den hohen Gebirgen; schmelzt oft einigemal wieder, ehe es Winter wird,

und zergeht allezeit eher im Frühlinge: daher sich denn nie so große Klumpen sammlen. Aber auf den hohen Alpen, wo es schon im Monat September, oftmals schon im August schneyet; wo der im October gefallene Schnee nicht eher als mit dem Winterschnee, und das erst im Monat May, schmelzet: da häuft er sich bisweilen zu ungeheuren Mengen an, und bedeckt unermeßliche Flächen. Wenn sich solche Massen auf einmal in die Thäler stürzen, so begreift man, mit welchen schrecklichen Verwüstungen solche Fälle begleitet seyn müssen.

889. Eine Wirkung der **Lauinen**, die man sich nicht so leicht vorstellen kann, ist der Druck der Luft auf den Weg, den sie nehmen. Ich habe oft auf den Alpen von schrecklichen Zerstörungen erzehlen hören, die durch diese Art Orcane verursacht werden. Sie sind in allem denjenigen ähnlich, welche das schnelle Niedersinken plötzlich verdichteter Wolken veranlaßt. Aber ich habe nirgends so deutliche Spuren davon angetroffen, als die, welche man uns einige Jahre nach dieser ersten Reise auf dem Berge von Sixt selbst wieß.

Ueber der Weide **des Communes** befinden sich sehr steile Abhänge, die aus herabgestürzten Stücken der obern Felsen bestehen. Diese Abhänge machen mit den darüberstehenden Felsen eine senkrechte Höhe von mehr als 3000 Fuß, und erstrecken sich durch einen weiten Raum. Fast diese ganze Oberfläche wird mit Schnee bedeckt, der sich durch den Wind noch mehr anhäuft. Wenn seine Dicke nicht beträchtlich ist, so zerschmelzt er nach und nach, ohne sich loßzureissen. Aber im Winter zwischen 1769 und 1770. fiel er so stark, daß sich die Masse

nicht mehr halten konnte, als sie durch die Kälte in Staub verwandlet war. Sie stürzte sich also auf einmal herab auf die Weide **des Communes**, die ganz davon bedeckt ward, und das Aeußerste davon erreichte noch den darunter befindlichen Abhang. Die Wirkung der von ihrer Falle gedrückten Luft war so schrecklich, daß der **Orcan** sich einen Weg durch einen Wald von Buchen und Tannen bahnte, der diesen Abhang bedeckt, und nicht einen einzigen Baum in diesem Striche stehen ließ. Er hemmte auch den Lauf der **Giffre**, die in dem Thale fließt, und riß jenseits derselben eine große Menge Bäume und Scheuren nieder, die noch weit fester gebaut waren, als die, welche auf der Weide **des Communes** von der **Lauine** bedeckt und zertrümmert wurden.

890. Eben die Felsen, von denen diese Stürme herabkommen, hatten wir zu ersteigen. Man begreift leicht, wie rauh unser Weg war. Wo sich der Schnee nicht erhält, kann auch der Fuß nicht leicht haften. Als wir bey unserer Ankunft auf **Granges-des-Communes** diese Felsen in der Nähe sahen, hatten wir viel Vertrauen auf den neuen Führer, der sich zu uns gesellete, nöthig, um uns an das Hinanklettern zu wagen.

Am meisten beunruhigte uns, daß wir die Eisspitze, das Ziel unserer Reise, gänzlich aus den Augen verlohren hatten. Unsere Führer, ob sie gleich auf dem Berge wohnten, hatten doch diese Felsen noch nie bestiegen; sie behaupteten aber, die Eisspitze liege über ihnen, und wir würden, wenn wir sie überstiegen hätten, bald auf das Eis kommen. Wir überließen uns also ihrer Führung, nachdem wir das Barometer zu **Granges-des-Communes** be-

obachtet, und die Höhe dieses Orts 3875 Fuß über der Fläche des Genfersees gefunden hatten.

Wir stiegen beynahe vier Stunden lang auf Wegen, wo wir oft gezwungen waren, uns mit den Händen anzuhalten, und oft alle Vorsicht gebrauchen musten, wenn wir uns umsehen wollten. Inzwischen überwand die Ungedult, das zu sehen, was uns diese Felsen verdeckten, alle diese Schwierigkeiten, und wir kamen endlich auf ihre Spitze. Allein wie groß war unser Erstaunen und unser Verdruß, als wir uns am Rande des fürchterlichsten Abgrunds sahen, und uns durch denselben von der Eisspitze, die wir suchten, getrennt fanden.

Wir blieben eine Zeitlang für Bewunderung und Schrecken stehen. Der **Mont blanc** zeigte sich unsern Augen in aller seiner Majestät; dies Wort sagt nicht zu viel; es ist der Ausdruck der Empfindung, die sein Anblick erregt. Selbst der Abgrund, der uns aufhielt, hatte etwas majestätisches. Man stelle sich eine Tiefe von mehr als 4000 Fuß vor, überall mit steil abgeschnittenen Felsen umgeben, in die man hinabzustürzen glaubt, wenn man einige Schritte vorwärts thäte; dies Bild kann nicht anders als schrecklich seyn. Aber nachdem sich die Augen eine Zeitlang mit Entsetzen an diesen Felsen aufgehalten hatten, blieben sie in der Tiefe des Abgrundes auf angenehmern Gegenständen ruhen. Eine anmuthige Weide, mit Hütten übersäet und mit Gehölz umgeben, milderte die Schrecknisse des Orts, dessen öde Stille nur die Wasserfälle unterbrachen, die von den hohen Felsen überall herabstürzten; denn die Stimmen des Viehes konnten nicht bis zu uns herauf schallen.

Sobald wir fähig waren, uns mit etwas anderm als diesen, selbst für uns, so sehr wir der Berge gewohnt waren, noch neuen Gegenständen zu beschäftigen, so zeigten wir unsern Führern mit Verdruß die Höhe, die wir ersteigen wollten: aber es war nun zu spät. Schon die Helfte des Tages war verflossen, und ob es gleich schien, als könnten wir dahin kommen, wenn wir linker Hand den Abgrund umkletterten; so wäre doch dies Unternehmen für den Ueberrest des Tages zu weitläufig und zu gefährlich gewesen.

Dies war übrigens nicht der einzige verdrießliche Zufall auf unserer Reise; mein neues Thermometer, um dessen willen wir sie unternommen hatten, war unterweges zerbrochen. Ich hatte es für hinlänglich verwahrt gehalten, indem ich es in eine Menge Baumwolle eingewickelt, und in das Gefäß gelegt hatte, worinnen ich das kochende Wasser beym Versuche haben wollte. Aber ohne Zweifel muste das biegsame Blech nicht Haltung genug an der Baumwolle gefunden, und sich bey irgend einem Stoße gekrümmt haben: denn ich fand die Röhre in ihrer Mitte zerbrochen.

891. Wir musten also für diesmal unser Vorhaben aufgeben. Wir beobachteten das Barometer auf diesen Felsen, und fanden sie 2863 Fuß über **Granges-des-Communes**, folglich 6738 Fuß über die Fläche des Genfersees erhaben. Nach dieser Beobachtung stiegen wir wieder herab, brachten die Nacht in der Abtey zu, und kehrten den folgenden Tag nach Genf zurück.

892. Einige wichtigere Gegenstände, die uns nach unserer Zurückkunft beschäftigten; der Zufall, der meinem Thermometer begegnet war, das sich nicht

so leicht wieder herstellen ließ; die Ungewißheit, ob wir nach einer langen und ermüdenden Reise die Eisspitze noch würden erreichen können, alles dieses machte, daß wir die ganze Absicht unserer Reise aus den Augen verlohren. Ich hatte hinlänglichen Grund, auf meine ersten Versuche, bloß in Beziehung auf die Verbesserung des Thermometers betrachtet, zu rechnen, und entschloß mich, diesen Theil meines Werks so, wie er damals war, abdrucken zu lassen.

Er war auch wirklich unter der Presse, als ich Gelegenheit hatte, eine Reise nach Languedoc zu machen. Die Hofnung, mich dem Ufer des Meers zu nähern, rufte mir über diesen Punkt die vorigen Ideen wieder zurück. Ich setzte mein Thermometer in Stand, schützte es durch ein Futteral für Unfällen, und nahm es mit nach Languedoc, wo ich neue Beobachtungen über die Wärme des siedenden Wassers anstellte, und dies bey weit größeren Barometerhöhen, als ich je zu Genf beobachten konnte. Die vornehmsten sind zu **Beaucaire**, viele aber auch längst meines Weges angestellet.

Nach meiner Rückkehr von dieser Reise verglich ich diese neuen Beobachtungen mit den älteren, und denen, die Herr le **Monnier** auf dem **Canigou** angestellt hatte. Ich fand, daß meine Beobachtungen in Languedoc noch mehr von den Monnierischen abwichen, als meine ersteren, die auf den **Mont-Cenis** mit eingeschloßen. Nemlich die Verringerung der Wärme des siedenden Wassers für einen Barometerfall von bestimmter Größe war noch kleiner, als sie meine ersten Beobachtungen gaben.

Nun zweifelte ich nicht mehr, daß die Verringerungen der Wärme des siedenden Wassers im Vergleich mit gleichen auf einander folgenden Barometerfällen zunehmend fortschritten. Dieses erneuerte bey mir allen den Antheil, den ich von Anfang an diesem Gegenstande genommen hatte, und zugleich den Wunsch, einen Versuch dieser Art auf einer eben so großen Höhe, als Herr le Monnier zu machen. Mein Bruder und ich machten also aufs neue den Plan, den Gipfel des Berges bey Sixt zu ersteigen; und waren eben im Begrif, dahin abzureisen, als der Abdruck meiner ersten Versuche über diesen Gegenstand geendiget wurde. Ich hatte viele Gründe gehabt, den Abdruck meines Werks nicht weiter zu unterbrechen; daher ich denn dasselbe immer weiter fortsetzte, und mich begnügte, am Ende des Artikels, der von diesem Gegenstande handlet, mein Vorhaben kürzlich zu erwähnen (*).

893. Ich faßte diesen Entschluß um so viel eher, da der Ausgang unsers neuen Versuchs, die Eisspitze bey Sixt zu ersteigen, höchst ungewiß war. Alles, was uns unsere Führer im Jahre 1765 über die Wege gesagt hatten, die man nehmen könnte, um dahin zu gelangen, war bloße Vermuthung. Wir konnten zwar von der Höhe am Abgrunde, der uns aufhielt, den Theil des Berges, an welchem sich diese Spitze befindet, frey liegen sehen, allein der Berg schien von allen Seiten so steil, daß sich nichts über die Möglichkeit, ihn zu ersteigen, bestimmen ließ, wofern man nicht gewiß wuste, er sey schon vorher bestiegen worden.

(*) Man s. im ersten Bande dieses Werks (451 g.) und die Anm. (*y*).

Einer von den Vorschlägen unserer damaligen Führer war, wieder nach **Granges-des-Communes** zu gehen, und von da durch eine Schlucht, die wir zur linken bemerkt hatten, auf die Höhe der Felsenkette zu steigen, wo wir gewesen waren. Auf diesem Wege würden wir an einen Theil von dem Berge **des-Communes** kommen, der an dieser Seite mit dem andern Berge zusammenhienge, und von da leicht an den Fuß der **Gletscher** gelangen. Aber ob sich diese Gletscher besteigen ließen, darüber hatten sie nichts bestimmen können.

Auch hatten unsere Führer noch einen ganz andern Weg vorgeschlagen. Wir sollten von der Abtey aus nach einer andern Seite gehen, um in der Tiefe des Abgrunds, der beyde Berge von einander trennt, auf die vorhin erwähnte schöne Weide, welche **les Fonds** heißt, zu kommen, und um den Berg herumzugehen, weil sie glaubten, er sey von der andern Seite leichter zu besteigen.

Man weiß, daß die **Gletscher** auf den Alpen große Strecken von beständigem Eise sind. Diese Eismassen sind dauerhafter, als die Felsen, die sie umgeben. Diese brechen immerfort ab, da hingegen die Gletscher bey ihrem abwechselnden Ab- und Zunehmen in der Länge immer an Dicke und Ausdehnung gewinnen. Ich werde unten noch mehr davon sagen (939).

Unsere Führer nannten den Gletscher, den wir besteigen wollten, den **Care**. Mit der größten Gewißheit aber versicherten sie uns, wir würden nicht hinaufkommen, wofern wir nicht einen von den Gemsenjägern zum Führer nähmen, die ihr Leben auf diesen Felsen zubringen. Das war alles, was wir damals

mals hatten nutzen können, um uns bey einem neuen Versuche darnach zu richten.

894. Wir reiseten von Genf am 24 Aug. 1770 sehr früh ab, mehr von Verlangen als von Hofnung geleitet. Einer unsrer Freunde, dem unsere Beschreibung der Berge bey Sirt Lust gemacht hatte, uns zu begleiten, war von unsrer Gesellschaft. Wir kamen bey unsern willfährigen Geistlichen bey Einbruch der Nacht an. Sie nahmen uns mit dem vermehrten Bestreben, gefällig zu seyn, auf, das die Folge älterer Bekanntschaften zu seyn pflegt. Die Unterredung fiel bald auf die Absicht unserer Reise, und wir erfuhren mit Verdruß, daß in dieser Jahrszeit, welche hier die Zeit aller Arten von Erndte ist, die Einwohner allenthalben auf den Bergen herum zerstreut wären, so daß wir kaum hoffen durften, irgend einen Gemsenjäger, der uns doch so nöthig war, zu finden. Es fand sich auch in der That keiner, und wir musten mit einem unserer ehemaligen Führer, und der Hofnung, einen Jäger unterweges zu finden, zufrieden seyn.

Unser Führer kannte den Weg über les **Fonds** nicht, und fürchtete, uns daselbst irre zu führen. Wir musten uns also noch entschließen, auf gut Glück den andern Weg zu versuchen, den er sich vom **Grenier - des Communes** ausgedacht hatte: denn so heißt die Felsenkette, auf welche wir das erstemal gekommen waren. Ueber ihr steht noch eine andere kleinere, deren höchster Theil der **Grenairon**, oder der **kleine Grenier** heißt. Das erstemal waren wir an der rechten Seite des **Grenairon** hinaufgestiegen; diesesmal dachten wir an der linken vorbeyzukommen.

895. Wir giengen von Sirt mit unserm Führer am 25 Aug. des Morgens um 4 Uhr ab, und erreichten um halb 7 Uhr die zur Abtey gehörige Scheure auf der Weide des-Communes. Diese Scheure liegt ein wenig von den andern ab, eben an dem Wege, den wir nehmen musten, um an die linke Seite des Grenairon zu kommen. Wir trafen daselbst einen Bedienten aus der Abtey, einen jungen starken Menschen, der die Jagd lernte. Dieser versprach, uns auf den Gletscher zu bringen, doch musten wir warten, bis er seinen Käse für diesen Tag, womit er eben beschäftigt war, bereitet hatte. Dies raubte uns etwas Zeit; sobald er aber fertig war, nahm er seine Flinte, und wir machten uns auf den Weg. Diese Flinte war von einer besondern Art, dergleichen sich alle Gemsenschützen auf diesen Bergen bedienen, und sie verdient, daß ich sie für die, welche sie noch nicht kennen, beyläufig beschreibe.

896. Diese Art von Flinte unterscheidet sich durch zwey Schlösser, die hinter einander stehen, und einen Lauf, in den man zween Schüße einen auf den andern ladet. Der Lauf ist gezogen, und die Kugeln werden mit Gewalt hineingetrieben, so daß die erste, die bloß auf dem Pulver liegt, der zweyten Ladung statt des Bodenstücks dient. Der unterste Schuß kann nicht heraus, bis der obere weg ist, oder wenigstens nicht eher, als bis der von der Kolbe am weitsten entfernte Zahn, der für den obersten Schuß dient, abgedrückt ist: welches dient, üble Zufälle zu verhüten. Wenn aber der vorderste Schuß versagt, so wagen es kühne Schützen, beyde Schüße auf einmal mit dem hintersten Schloße

heraus.

herauszutreiben. Die Läufe sind stark genug, die Gewalt des untersten Pulvers gegen beyde Kugeln auszuhalten; das Pulver in der Mitte zwischen beyden Kugeln entzündet sich nicht.

Das Nachdenken über diese Einrichtung lehrte uns, daß dies die einzige gute Art sey, mit einem Gewehre zweymal hintereinander zu schießen. Denn bey einer Flinte mit zween Läufen, deren jeder sein besonderes **Visir** und **Korn** hat, kann man in der Eilfertigkeit, der man bey der Jagd ausgesetzt ist, leicht eins für das andere nehmen: wenn aber beyde Läufe nach der gewöhnlichen Art nur ein gemeinschaftliches Korn auf der Mitte haben, so ist man nicht sicher, ob dieses für jede Entfernung zutreffe, wegen Mangels der völlig parallelen Lage der Läufe, welche fast nie vollkommen zu erhalten stehet. Daher kann man sich solcher **Flinten** nur zum **Schrot**, oder zu kleinen Kugeln bedienen: um mit einer Kugel zu schießen, müßen beyde Schüße aus einem Laufe kommen.

Eine gute **Flinte** ist eine Hauptsache für diese Jäger. Sie laufen oft viele Tage umher, ehe sie eine Gemse zum Schuße bekommen. Daher müssen sie ihrer Sache ziemlich gewiß seyn, wenn sie schießen; und das sind sie auch in der That.

Diese Jäger achten fast gar nicht auf den Wind, der doch in der Pläne soviel Wirkung auf den Schuß thut: sie versichern daß sie keinen Unterschied im genauen Treffen bemerken, es möge ein mäßiger Wind gehen, oder stille Luft seyn. Wenn wir ihre Behauptungen hierüber, und überhaupt alles, was wir von der erstaunenswürdigen Gewißheit ihrer Schüße hörten, mit dem verglichen, was die

besten

besten Schützen in der Pläne leisten, so konnten wir nicht zweifeln, daß der Unterschied von der verschiednen Dichte der Luft herrühre.

897. Unser neuer Führer war noch kein so erfahrner Jäger, besonders in Absicht auf die Kenntniß der Berge, als uns nöthig gewesen wäre. Inzwischen musten wir uns seiner Leitung überlassen. Wir stiegen anfänglich gegen die linke Seite des **Grenairon.** Aber nach und nach führte er uns gegen die rechte über sehr jähe Graben, die größtentheils noch mit einem harten Schnee erfüllt waren, auf dem unsere Führer wegen ihrer mit Nägeln beschlagnen Schuhe fest giengen, da wir hingegen alle Mühe hatten uns mit den Eisspornen zu erhalten, die man uns im Kloster geliehen hatte. Diese Sporren waren nur mit Bindfaden an den Schuhen befestiget, und hinderten den Fuß, wenn sie fest genug gebunden wurden, oder saßen nicht fest, wenn wir den Fuß freyer machten. Dies letzte erfuhr ich, da ich es meinem Fuße auf einen Augenblick bequemer machen wollte: denn es wich eines von meinen Eisen, ich fiel, und glitschte bis auf den Grund des Schnees hinab, mit einer Geschwindigkeit die mir einen ziemlichen Stoß gegen den Boden, der mich aufhielt, verursachte. Ich kam mit einigen kleinen Quetschungen davon, und mein Barometer, das mich auf dieser Fahrt begleitete, blieb unbeschädigt. Dies war an einem Orte, wo man keine Gefahr lief, ein glücklicher Zufall; denn er lehrte uns vorsichtig seyn.

898. Nachdem wir diese Graben mit vieler Beschwerlichkeit überstiegen hatten, kamen wir endlich ganz nahe an den **Grenier des Communes** und an

seine

seine Mitte, wo er uns eine steil abgeschnittene und über 1500 Fuß hohe Fläche zeigte. Wir fanden uns hier ganz unvermuthet, denn auf solchen Wegen sieht man nicht eben sehr in die Höhe. Hier hielten wir unsern Führer an, um ihn zu fragen, wohin er uns führen wolle? Ueber diese Felsen, antwortete er und wir musten ihm wohl folgen, ob wir gleich keinen Weg vor uns sahen.

Als wir uns am Fuße der Felsen befanden, war unser erster Schritt in die Höhe, ein ziemlicher Sprung von dem Schnee, den wir jetzt verließen, auf eine hervorragende Klippe. Von dieser halfen wir uns mit den Händen auf eine andere; und so stiegen wir nach und nach von Klippe zu Klippe über die Vertiefungen und Hölen dieser unermeßlichen Mauer hinweg. Ein Hund, der uns von der Scheure her gefolgt war, setzte uns damals sehr in Verlegenheit; denn aus Mitleid wegen seiner Geberden und seines Geschreyes musten wir ihn oft einander mit den Händen zureichen.

Hier waren alle Schritte sicher, und dies war für uns genug. Aber unser Reisegefährte, der bisher eben so viel Vergnügen, als wir, an diesen ausserordentlichen Wegen gefunden hatte, und uns auf dem Fuße gefolgt war, fieng nun an sich über den Abgrund zu entsetzen, der unter unsern Füßen erschien. Sobald wir dies an seinem Betragen bemerkten, riethen wir ihm sogleich zurückzukehren, so schwer es uns ward, uns von ihm zutrennen. Es war hier keine Gefahr für diejenigen, die bey der Vermehrung der Höhe nichts weiter fühlen, als eine gewiße angenehme Empfindung, die sie allemal verursacht, wenn man sie nicht fürchtet, und das Vergnügen, unaufhörlich

neue Gegenstände zu entdecken. Aber sobald man über die Höhe erschrickt, ist man an diesen Orten nicht mehr sicher. Unser Freund empfand dieses; wir überliessen ihm also einen unsrer Führer, der ihn bis auf den Weg nach den **Communes** bringen sollte; er verließ uns sehr besorgt über das Schicksal, das uns bevorstünde, da wir indessen unsern Weg mit Vergnügen fortsetzten.

899. Wir kamen also nach und nach auf die Spitze dieses ungeheuren Felsens, und setzten uns daselbst um Athem zu schöpfen, und die Rückkehr unsers Führers zu erwarten. Während dieser Zeit hatten wir das Vergnügen, eine Gemse längst eines sehr steilen mit Schnee bedeckten Abhanges, den wir noch übersteigen musten, laufen zu sehen. Wie sehr beneideten wir die Leichtigkeit, mit welcher sie darüber hinlief? Aber die Geschwindigkeit ist auch das einzige, was dies Thier vor dem Menschen voraus hat; denn der Jäger, der bey uns geblieben war, versicherte, daß ein geübter Mann der Gemse überall hin folgen könne, die seltnen Fälle ausgenommen, wo man bloß durch Sprünge fortkommen kann.

Die Gemsenjäger tragen allezeit Ferngläser bey sich. Sobald sie eine Anhöhe erreichen, von welcher sie die höchsten Weiden übersehen können, überlaufen sie dieselben aufmerksam mit dem Fernglase, und wenn sie Gemsen darauf gewahr werden, so suchen sie durch irgend einen Umweg auf die Felsen zu kommen, die gemeiniglich über diesen Weiden stehen. Die Gemse, die im Grasen den Kopf niedersenkt, wird sie in der Höhe nicht gewahr, sie überraschen sie, und fehlen sie selten. Nur zuweilen spürt

sie

sie das Geräusch bey Zeiten, und flieht mit einer bewundernswürdigen Geschwindigkeit. Doch der Jäger läßt sich nicht abschrecken; er bemerkt den Weg, den sie nimmt, verfolgt sie, und sucht sie an gewiße Orte zu treiben, die er kennt, und die man Gemsen-Klemmen (*Contraintes des Chamois*) nennt, wo dem armen Thiere nichts übrig bleibt, als sich in einen Abgrund zu stürzen, oder den Jäger zu erwarten. Doch bisweilen nimmt die Gemse einen dritten Ausweg, und springt auf den Jäger zu, der alsdann Gefahr läuft, selbst herabzustürzen, wenn er nicht seitwärts ausweichen, oder sich an den Felsen anhalten kann. Bleibt aber die Gemse dem Jäger, wenn sie bey ihm vorüber ist, nur einen Augenblick im Gesichte, so kann sie ihre Kühnheit doch nicht retten.

900. Als der Führer, der unsern Freund begleitet hatte, zurückkam, machten wir uns wieder auf den Weg; jedoch nicht ohne Unruhe über dtn Erfolg unsers Versuchs: denn unser Jäger führte uns unvermerkt, obgleich durch einen andern Weg, nach eben dem Orte, wo wir vor fünf Jahren nicht weiter hatten fortkommen können. Wir sagten ihm dieses; allein er blieb dabey, dieß sey der beste Weg, und wir musten ihm wohl folgen.

Wir erreichten endlich gegen Mittag, wie das vorigemal, die Spitze der Felsen an ebendemselben Orte. Unsere Ungewißheit, ob wir den **Gletscher** erreichen würden, vermehrte sich sehr durch den Anblick des häufigen Schnees, der die ganze Seite des Berges bedeckte, über die wir hinweg musten. Wir entschloßen uns daher, ehe wir den Versuch machten, eine Beobachtung mit dem siedenden Wasser auf der Spitze des **Grenairon** anzustellen, an dessen Fuße

wir uns damals befanden. Unsere Führer waren nie dahin gekommen, und zweifleten, ob er zugänglich sey.

901. Ehe wir aber dieses unternahmen, beobachteten wir das Barometer an eben dem Orte, wie das erstemal, und das Resultat für die Höhe wich von dem vorigen nur um 20 Fuß ab. Aus der Beobachtung von 1765 hatten wir die Höhe 6738 Fuß über den Genfersee gefunden, und jetzt fanden wir sie 6718 Fuß. Dieser Unterschied von 20 Fuß macht nur $\frac{1}{5}$ Linie Barometerhöhe aus: denn in dieser Höhe und in diesem Augenblick stand 1 Linie Queckſilber mit einer Luftsäule von 100 Fuß Höhe im Gleichgewicht.

Diese 6718 Fuß machen mit 1126 Fuß, um welche der See über das Meer erhaben ist, 7844 Fuß senkrechte Höhe über der Meeresfläche aus. Dennoch fanden wir auf dieser Höhe einige sehr deutliche Abdrücke von dem unter den Versteinerungen so bekannten **Ammons-horne.** Schon das erstemal hatten wir deren einige an eben diesem Orte gefunden, und unsere Führer, denen wir sie zeigten, sagten uns, daß sie wohl noch weit schönere auf dem Berge gefunden hätten. Diese Stücken sind für die Lehre von der Bildung der Erde wichtig, und wir verwahren sie in unserer Naturaliensammlung.

902. Nach dieser Beobachtung fiengen wir an, den **Grenairon** hinanzuklettern. Dieser Felsen wird an einigen Orten durch große Hölen zerschnitten, deren einige noch mit Schnee erfüllt waren. An andern Orten ist er steil abgeschnitten, und nur einige hervorstehende Rauhigkeiten musten uns statt der Leiter dienen: überall aber ist der Zugang schwer, und unsere

sere Führer weigerten sich einmal, uns zu folgen. Wir waren weit entfernt, uns dadurch abschrecken zu lassen, und wandten alle Kräfte an, über einen sehr beschwerlichen Ort hinweg zu kommen: hierauf trieb sie ihr Stolz an, uns nachzuahmen; sie folgten uns, und wir gelangten auf den Gipfel.

Das Barometer, welches auf 20 Zoll $5\frac{1}{4}$ Lin. stand, zeigte uns, daß wir 505 Fuß über dem ersten Standpunkte, und also 7223 Fuß über den Genfersee wären. Wir waren fast über alle benachbarte Bergspitzen erhaben, wodurch der vorige Anblick immer prächtiger ward. Aber diese Gegenden schienen für uns unglücklich zu seyn: ein noch weit unangenehmerer Zufall, als vor fünf Jahren der Verlust meines Thermometers war, störte unser ganzes Vergnügen.

903. Wir hatten viel Mühe gehabt, Kohlen auf diesem Felsen anzuzünden, bey denen wir das Wasser kochen könnten: die in der Pläne gewöhnliche Art war nicht hinreichend gewesen, und wir würden ohne unsere Führer nicht zum Zweck gekommen seyn. Wir hatten Stroh und klein gemachtes Holz mit uns genommen, welches beydes sich leicht entzündete. Aber diese Flamme hatte nur wenig Dichte, und zerstreute sich in der Luft: selbst das Feuer vom Holze verlöschte, ehe die Kohlen zum Glimmen kamen. Dieß war die natürliche Folge der Verdünnung der Luft, an welche wir nicht gedacht hatten. Wir hätten eine weit größere Menge brennbarer Materien haben müssen, um die Kohlen anzuglimmen.

Als unser kleines Holz, davon wir nicht eben viel hatten mit uns nehmen können, alles ohne Erfolg verbrannt war, so übernahm es einer von unsern Führern, der unsere Verlegenheit sahe, Feuer

nach seiner Art anzumachen. Er nahm eine von den porösesten Kohlen, höhlte sie mit dem Messer aus, und legte ein großes Stück brennenden Zunders hinein. Darauf bließ er sehr stark in diese Hohlung: die Kohle brannte an; er legte kleine Stücken Kohle hinzu, die sich ebenfalls entzündeten; und da er nach und nach auch größere hinzuthat, so hatten wir endlich so viel Feuer, als uns nöthig war.

904. Aber das Feuer ließ sich nur durch heftiges Blasen unterhalten: sobald man damit nachließ, bedeckte es sich mit Asche. Ich hatte mich neben dem Kohlenbecken auf einen Felsen gelegt, um das Feuer durch Blasen zu unterhalten, als sich unser Jäger von dem Wege ermüdet (nachdem er sich einen Augenblick verwundert hatte, daß wir auf die Felsen kletterten, um Wasser daselbst zu kochen, welches ihm sehr lächerlich schien) schwerfällig auf den Boden warf, und auf meinen Fuß fiel, der zum Unglück hohl über zwo Felsspitzen lag. Auf mein Geschrey stand er auf; aber das Uebel war geschehen, er hatte mir den Fuß verrenkt.

Als sich der erste Schmerz gelegt hatte, glaubte ich, es sey von keiner Bedeutung, und vollendete meine Beobachtung. Da ich aber aufstehen wollte, konnte ich mich nicht aufrecht erhalten: der Versuch aufzutreten hatte den Schmerz erneuret, den die Aufmerksamkeit auf meine Beobachtung ohne Zweifel vorher unterdrückt hatte. Ich war genöthiget, mich zu setzen: demohnerachtet nahm der Schmerz so sehr zu, daß ich nahe dabey war in Ohnmacht zu fallen.

Jetzt muste ich freylich meine Absichten auf den Gletscher aufgeben; aber dieß war das kleinste Uebel,

bel, ich muste auch wieder heruntersteigen. Ich blieb einige Stunden liegen, ohne nur den Gedanken daran ertragen zu können. Inzwischen siegte endlich die Nothwendigkeit über den Schmerz. Wir konnten an dem Orte wo wir waren, nicht übernachten: es hätte uns daselbst das schlimme Wetter überfallen können. Wind, Kälte, Regen und Wolken konnten uns jeder Art von Gefahren aussetzen. Wir musten wenigstens diese den Stürmen so sehr ausgesetzte Gegend der Atmosphäre verlassen.

Ich schleppte mich also, so gut ich konnte, mit Hülfe meines Bruders und des einen unsrer Führer fort: denn der andere, der eben die Ursache meines Schmerzes und unserer Verlegenheit war, verließ uns grausamerweise um seine Abendbeschäftigungen abzuwarten, seine Kühe zu versammlen und zu melken. Vielleicht war auch dieß bloß die Folge eines falschen Urtheils, das bey ihm mehr Gewicht hatte, als das Mitleiden. Die Menschen fehlen gemeiniglich mehr aus Mangel an Urtheilskraft, als aus Bosheit. Unser Führer fürchtete seinen Herrn, und kannte keine höhere Pflicht, als die er täglich zu erfüllen gewohnt war.

Ohnerachtet ich meinen Fuß ganz und gar nicht brauchen, und nicht auf die Erde setzen konnte, ohne die heftigsten Schmerzen zu empfinden, so war ich doch bald mit Hülfe zweener Stöcke, oder von den Armen der Gefehrten meines Unfalls unterstützt, einigemal von unserm Führer auf den Schultern getragen, am meisten durch Herabrutschen auf dem Rücken, noch vor Einbruch der Nacht über 1500 Fuß senkrechter Höhe hinabgekommen.

Die Nacht überfiel uns bey einer der rauhesten Stellen unsers Weges. Wir berathschlagten uns, und beschlossen, an diesem Orte selbst zu übernachten, ob wir gleich nicht den geringsten Schutz daselbst fanden, und alles umher mit Schnee bedeckt war. Ich hatte schon längst gewünscht, man möchte Halte machen, ohne daß ich den Muth gehabt hätte, es zu sagen; so gefährlich es auch war, eine Ruhestätte so nahe bey den Wolken zu suchen. Alle meine Glieder waren von dem Gewicht meines Körpers, den sie wechselsweise zu tragen hatten, ermüdet, und ich stand unaufhörlich die grausamsten Schmerzen aus. Sobald es beschloßen war, still zu liegen, streckte ich mich auf den Felsen hin, und veränderte meine Lage die ganze Nacht nicht. Meine Gefährten bauten, ehe sie sich neben mich legten, eine Art von Wall aus einigen Felsstücken um unser Lager, aus Furcht, wir möchten im Schlafe unsere Lage verändern, und dadurch in Gefahr gerathen.

Zum Glück war die Nacht sehr schön, jedoch kalt, und wir waren sehr leicht gekleidet. Aus Ermüdung schliefen wir anfänglich einige Stunden, aber bald weckte uns die Kälte auf: wir waren erstarrt, und konnten nicht von der Stelle, um uns etwa durch Gehen zu erwärmen. Wie sehr wünschten wir, unsere Mäntel bey uns zu haben, die wir zu Granges gelassen hatten, wo wir die Nacht zuzubringen gedachten. Unsere einzige Zuflucht war eine Serviette, die wir um unsern Speisevorrath geschlagen hatten. Wir legten unsere Schenkel zusammen, die am meisten durch die Kälte litten, und deckten diese Serviette darüber; dieß war für uns schon einige Linderung.

905. Nie hat jemand den Tag so sehnlich erwartet: die Nacht schien uns kein Ende zu nehmen. Mit Anbruch der Morgenröthe setzten wir unsern Weg fort. Das Thermometer stand nahe bey dem Eispunkte. Wir waren so erstarrt, als im Frühjahre die Murmelthiere, bey deren Wohnungen wir eben übernachtet hatten. Wir hatten einige Zeit nöthig, um den freyen Gebrauch unserer Gliedmaaßen wieder zu erhalten.

Zum Glück hatte die Ruhe meinen Schmerz merklich gelindert. Mein Fuß war stark geschwollen: allein ich konnte darauf treten, und stieg also bloß mit Hülfe der zween Stöcke bis **Granges des Communes** hinab, wo wir einige Stunden ausruheten.

906. Hier wachte mein Muth wieder auf, und wir stellten eine Beobachtung über die Hitze des siedenden Wassers an. Wir machten auch noch eine Barometerbeobachtung an eben der Stelle, wie auf unserer ersten Reise. Das Resultat derselben war von dem vorigen nur um 7 Fuß unterschieden. Im Jahr 1765 hatten wir die Höhe dieses Orts 3876 Fuß über den Genfersee gefunden: jetzt fanden wir sie 3869 Fuß.

907. Nach diesen Beobachtungen kehrten wir in die Abtey zurück, und kamen daselbst gegen Mittag an. Es war eben ein Festtag, und es hatten sich Leute von allen benachbarten Bergen her zu **Sixt** versammlet, um die Messe zu hören. Der Anblick fremder Leute, die mit Instrumenten vom Berge herabkamen, machte sie aufmerksam. Sie glauben immer, daß man auf ihre Berge komme, um

Erze aufzusuchen, und wenn man ihnen ernstliche Rechenschaft von solchen Beobachtungen, als die unsrigen in ihren Augen waren, geben will, so lachen sie spöttisch, als ob sie zeigen wollten, daß sie so einfältig nicht wären, es zu glauben.

Die Menschen sind unter gleichen Umständen in allen Ländern einander ähnlich. Die Pariser Academisten trafen den nemlichen Unglauben bey den Peruvianern an, als sie ihnen sagten, sie kämen so weit her, und unterzögen sich so vielen Gefahren, um zu wissen, in welch einer Strecke Landes auf ihren Bergen man eine gewiße Veränderung im Stande der Gestirne wahrnehme.

Einige Einwohner der Berge von Sixt wollten uns auf die Seite ziehen, um uns, wie sie sagten, die Stellen anzugeben, wo sie Spuren von Erzen entdeckt hätten. .. Zeigt uns einen Weg auf den Gletscher, antworteten wir ungeduldig: das ist alles, was wir suchen.

Nach oftmaligen Wiederhohlungen dieser Aeusserung fanden sich endlich Leute, die uns begriffen. Man sagte uns, die Spitze, die wir zweymal vergebens gesucht hätten, sey der Gletscher Buet, und man könne uns dahin führen; man nannte uns sogar Jäger, die daselbst gewesen seyn müßten.

Indessen dachten wir damals fast gar nicht mehr daran: denn seit dem neuen Unfalle, der uns zurückgehalten hatte, hatten wir uns mehr als einmal gesagt, daß wir unser Unternehmen aufgeben müßten. Ueberdieß war es schon spät im Jahre, und wir konnten glauben, der Schnee werde uns den Weg versperren

sperren, ehe mein Fuß zu einer neuen Reise genugsam wieder hergestellt wäre.

Nach unserer Rückkehr nach Genf regnete es, und dieser Regen war in den Bergen bey Sirt Schnee. Wir sahen sie ganz weiß, als uns die Wolken die Aussicht auf sie öfneten. Aber mit dem heitern Himmel kehrte auch die Wärme zurück, und zugleich unser Verlangen, wieder nach diesen Bergen zu reisen.

908. Ehe noch der Schnee genugsam zerschmolz, um uns diese Unternehmung zu erlauben, reisete ich auf den Berg **Saleve**; von dem ich oft bey Gelegenheit der Barometerbeobachtungen geredet habe. Ich machte daselbst drey Beobachtungen über die Hitze des siedenden Wassers auf verschiedenen Höhen: eine zu **Monetier**, ungefehr 1040 Fuß über dem Genfersee; die andere zu **Grange des-Arbres**, 2453 Fuß; die dritte zu **Grange-Tournier**, ungefehr 2800 Fuß über eben dieser Fläche.

Da nun der Schnee auf den Bergen von **Sirt** sich täglich verminderte, und das Barometer sich sehr hoch erhielt, so konnten wir bey aller Erinnerung unserer vorigen Unfälle, der Hofnung eines bessern Glücks, und dem Verlangen, dasselbe zu versuchen, nicht widerstehen.

Wir reiseten also am 20ten September bey dem schönsten Wetter zum drittenmale von Genf ab, und giengen diesen ersten Tag nur bis **Taninge**, um den andern Morgen früh in **Sirt** einzutreffen, und uns erst solche Führer zu suchen, als wir nöthig hatten.

Bey unserer Ankunft zu Sixt beobachteten wir das Barometer, und urtheilten, daß es gefallen sey. Inzwischen dachten wir auf die Zubereitungen zu unserer Reise. Unsere dienstfertigen Geistlichen waren uns dabey auf alle Weise behülflich. Einer von ihnen war so gefällig, uns bis in ein benachbartes Dorf zu begleiten, wo wir endlich einen von den so sehr gewünschten Gemsenjägern fanden. Dieser kannte den Weg, den wir nehmen mußten, vollkommen: er hatte sogar wenige Tage vorher eine verwundete Gemse bis an den Fuß des Gletschers **Buet** verfolgt. Wir beschlossen, uns noch diesen Abend bis nach **Fonds** zu begeben, das ist, in die Tiefe des fürchterlichen Abgrundes, den wir von der Höhe der Felsen **des Communes** gesehen hatten.

909. Wir reiseten Nachmittags um zwey Uhr von der Abtey aus, wie gewöhnlich, von den Wohlthaten unserer Geistlichen, die immer für unsere Bedürfniße sorgten, überhäuft. Dritthalb Stunden lang stiegen wir unaufhörlich durch Wege, die uns nach und nach den wildesten Anblick vorbereiteten, den man sich, ohne etwas schreckliches darein zu mischen, denken kann. Wir konnten uns an Betrachtung der verschiednen Aussichten, die wir auf unserm Wege fanden, nicht sättigen. Der Fußsteig, dem wir folgten, gieng auf einer Anhöhe mitten in einem engen Thale fort, welches von beyden Seiten von Buchen und Tannenwäldern beschattet ward. Diese dunkeln Massen, unterbrochen von Felsen, und Weideplätzen, die die Sonne erleuchtete, machten den angenehmsten Contrast, den je die Natur hervorbringen kann. Rings umher kamen Wasserfälle von den hohen Bergen herab, und bildeten in

der

der Tiefe des Thals einen Bach, der zuweilen dem Gesicht offen stand, größtentheils aber demselben durch die verflochtenen Zweige der Bäume, die von beyden Seiten hervorragten, oder durch Felsen, unter welche er sich stürzte, entzogen wurde. Und diese mahlerischen Aussichten veränderten sich mit der Richtung des Thales, der wir folgten, jeden Augenblick.

910. Die Fläche Fonds, die sich fast horizontal gegen die herumliegenden Felsen ausbreitet, schneidet sich auf der Seite des Thals, durch welches man dahin kömmt, mit einemmale ab; und dieser jähe Absturz, den man hinaufsteigen muß, zieht im Thale einen Vorhang über diese ganze Scene. Man hat nur noch vier Schritte zu thun, und sieht nichts: sobald diese vier Schritte gethan sind, öfnet sich dem Auge mit einemmale das prächtigste Amphitheater, und man sieht alle die Weiden, die damit umschlossen sind.

Als wir hier anlangten, war die Luft rein: es war um halb fünf Uhr, und die Sonne erleuchtete noch einen Theil dieser Einöde. Die Empfindungen, die ihr Anblick in uns erregte, kann ich nicht ausdrücken: wir konnten nicht aufhören, ihn zu bewundern, und es uns einander zu sagen.

911. So lange es noch heller Tag blieb, beobachteten wir das Barometer, und die Hitze des siedenden Wassers. Das erste gab an, wir wären jetzt 1866 Fuß über die Abtey, und 2988 Fuß über die Fläche des Genfersees erhaben.

Wir waren also noch um 4235 Fuß unter der Spitze des **Grenairon**, die an der einen Seite des Amphitheaters hervorragte: auf der andern stieg

der

der Gletscher **Buet** empor, der noch um 1000 Fuß höher ist. Das Auge umfaßt diesen ganzen ungeheuren Raum, zu welchem man keinen andern Zugang bemerkt, als durch die Waldungen, durch welche wir gekommen waren.

912. Wir wendeten den Rest des Tages an, diese schöne Einöde zu durchlaufen, und unsern Führer über so viele ausserordentliche Gegenstände zu befragen, die sich uns von allen Seiten darstellten. Besonders hatte die Geschichte ihrer Bewohner viel anziehendes für uns. Dieser Winkel von Menschen bewohnt, ist sehr unbekannt, aber der Aufmerksamkeit des Philosophen desto würdiger. Hier lernt man, worauf sich die wahren Bedürfniße des Menschen einschränken; was er durch die Macht der Gewohnheit ausrichten könne, und vornemlich, in welcher sanften Stille seine Seele unter den Händen der Natur bleibe, gleich fern von der Spekulation des Philosophen, und von dem Labyrinthe der Gesellschaft.

Diese Menschen haben ihre Leiden, weil sie Menschen sind, und wir selbst waren Zeugen davon: aber sie quälen sich nicht vor der Zeit damit durch Sorgen, und vergrößern sie nicht durch Nachdenken. Sie können hoffen, weil sie alles von dem Urheber der Natur erwarten: und die Ergebung in ihr Schicksal, sonst die höchste Wirkung des Stoicismus, ist bey ihnen eine natürliche Folge der Ueberzeugung, daß ihnen ihre Uebel von eben der Hand auferlegt werden, die ihnen Gutes thue.

Ich rede hier bloß als Naturforscher, und kann mich daher nicht auf alle kleinen Umstände ihrer Lebensart einlassen. Ich will mich begnügen ein Beyspiel davon zu geben, wie sie sich alles zu Nutze zu machen wissen.

913. Die Felsen, die uns umgaben, schienen zwar im Anfang ganz steil; aber bey aufmerksamer Betrachtung zeigten sie hin und wieder geräumige Flächen, und die Natur, welche nichts vergißt, hatte dieselben mit Pflanzen bedeckt. Unsere Bergbewohner haben Wege zu denselben gefunden. Sobald der Schnee zerschmelzt, führen sie die Lämmer, die den Winter über in ihren Hütten gefallen sind, mit ihren alten Schafen dahin. Jeder hat sein Zeichen, an dem er die seinigen wiedererkennt, und so lassen sie sie alle durcheinander laufen. Dieß ist die ganze Sorge, die sie darauf wenden: sie vergessen sie nun den Sommer über, und auch die Schafe vergessen ihre Herren, so lang die Weide offen ist. Die Kräuter sind hier viel schmackhafter, als unten: die Schafe wissen dieß wohl zu unterscheiden, und verlassen diese Plätze nicht, bis der Schnee sie ihnen entzieht. Alsdann aber verlassen sie alle zusammen die Felsen, und kommen oft ganz allein in die Dörfer zurück. Und wenn von den an diesen Orten gefallnen Lämmern welche am Leben geblieben sind, so folgen auch diese den Schafen nach, und vermehren die Reichthümer ihrer Herren.

Inzwischen rechnen sie wenig auf die Lämmer, die auf den Felsen jung werden, nicht, als ob sie die Bäre und Wölfe zu fürchten hätten, die man sonst in diesen Bergen sehr häufig antrift; denn für diesen schützen sie die steilen Wege, mit denen sie umgeben sind: sondern weil der Adler, den diese Felsen nicht abhalten können, ein sehr fürchterlicher Feind dieser armen Thiere ist.

Es giebt in diesen Klippen sehr große Adler: wir sahen deren einige in den folgenden Tagen, die auf Murmelthiere laureten. Unser Führer versicherte, er habe auf dem Berge eine Feder vom schwarzen Adler von 2½ Fuß Länge gefunden. Wir selbst fanden eine von anderthalb Fuß.

914. Die kühle Abendluft nöthigte uns, Bedeckung zu suchen, und wir nahmen Besitz von einer Hütte, deren Eigenthümer nicht da waren. Welch eine Herberge für Stadtleute! Ein Keficht von übereinander gelegten fast gänzlich unbearbeiteten Tannenstämmen, die in den Winkeln an einander gekerbt sind, mit Spänen von eben diesem Holze gedeckt. Die Wände dieses Kefichts, an den Seiten, wo das Dach heruntergeht, waren etwa fünf Fuß hoch, so daß man daselbst nicht aufrecht stehen konnte. In diese Hütten kömmt das Tageslicht bloß durch die Zwischenräume der Tannenstämme, und doch sieht man sehr deutlich darinnen. Durch eben diese Oefnungen, und die, welche sich im Dache befinden, zieht auch der Rauch hinaus, wenn man Feuer darinnen anmacht.

Man verschließt diese Hütten nicht, obgleich der Hausrath immer darinnen bleibt. Wir fanden in der unsrigen die Stühle, den Tisch und das Bette ihrer Besitzer. Wir machten Feuer an, hielten unsre Abendmahlzeit, und bereiteten uns das Bette. Dieß bestand aus Bretern, die mit der Art gehauen, nahe an dem Dache befestiget, und mit getrokneten Kräutern überdeckt waren. Man muß erst lernen, darinn fest zu liegen, und kein Nachtwanderer seyn.

915.

915. Ehe wir uns auf diese Betten legten, auf denen wir nicht so sanft zu ruhen hoften, als ihre gewöhnlichen Besitzer, sahen wir vorher nach dem Barometer. Es war seit unserer Ankunft gefallen, so daß wir uns nicht ohne Unruhe niederlegten, obgleich der Himmel noch heiter war.

Inzwischen würden wir doch geschlafen haben, wenn uns nicht eine Unbequemlichkeit abgehalten hätte, die man in dieser so kalten Gegend kaum erwarten sollte. Wir wurden von den Flöhen geplagt, da indessen unser Führer, den sie vermuthlich eben so wenig, als uns schonten, im tiefsten Schlafe lag.

916. Dennoch waren wir gegen Mitternacht eingeschlummert, als wir von dem Geräusch des Regens auf den Tannenspänen unsers Dachs erwachten. Bald nachher schallte der Donner von den benachbarten Felsen wieder; der Wind erhob sich sehr stark, und der Regen verstärkte die Wasserfälle und Bäche um uns her. Zu gleicher Zeit hörten wir das laute Geschrey vieler Weiber, die ihren verirrten Kühen zuruften, und diese Stimmen wurden von den Felsen vervielfältiget. Alles dieß machte zusammen ein unordentliches und furchtbares Getöse, welches uns gewiß nicht wegen der Folgen trösten konnte, die wir von diesem Ungewitter zu fürchten hatten.

Wir konnten nicht auf unserm Lager bleiben; wir standen auf, beobachteten unser Barometer, und fanden es noch niedriger: wir zündeten das Feuer wieder an, und setzten uns an dasselbe, um den Tag zu erwarten. Bey Anbruch desselben hatte

te der Regen aufgehört. Wir stunden auf um nach dem Wetter zu sehen. Der Himmel war nicht ganz bedeckt; aber ein ziemlich starker Südwind führte große Wolken über uns hin: andere stiegen aus dem Thale, durch welches wir gekommen waren, von Zeit zu Zeit in unsern Kessel herauf. Bisweilen nahmen sie nur die uns gegenüberstehende Seite von dem Thale ein. Alsdann sahen wir sie ganz nahe bey uns vorüberziehen, und konnten alle ihre Bewegungen beobachten. Einige zerstreuten sich bey ihrer Annäherung an die Felsen, die unsere Aussicht begrenzten. Andere, wenn sie an die Felsenreihe kamen, stiegen längst derselben in die Höhe, und vereinigten sich mit den Wolken über uns. Die Felsen, welche einen Theil der von der Sonne den Tag über mitgetheilten Wärme behalten hatten, verdünnten ohne Zweifel um sich her die Luft und die Wolken selbst, und dieß verursachte einen Luftzug von unten nach oben, wie in unsern Caminen.

917. Wir blieben eine Zeitlang unentschlossen, was wir anfangen sollten. Es war ziemlich gewiß, daß wir nicht auf den Gletscher kommen konnten. Theils war es nicht rathsam, uns bey so ungewisser Witterung so weit von allen Zufluchtsorten zu entfernen, und sogar Gefahr zu laufen, uns in den rauhen Wegen, wo uns die Wolken umringen konnten, zu verirren: und überdieß hatten wir eine große Anhöhe zu übersteigen, die mit Mirten, Bärentrauben und andern hohen Gesträuchen bewachsen war, die noch voll Regen hiengen, und uns bis auf die Haut durchnäßt haben würden. Auf der andern Seite verlohren wir, wenn wir nach der Abtey zurückkehrten, die Möglichkeit, den Morgen zu nutzen,

wenn

wenn sich das Wetter aufklären sollte; wenigstens die, noch denselben Abend nach Fonds zurückzukommen: welchen Vorsprung man nothwendig haben muß, um in einem Tage auf den Gletscher und wieder herab zu kommen. Diese Ueberlegung hielt uns hier zurück. Den Vormittag über regnete es von Zeit zu Zeit; da sich aber gegen Mittag das Wetter aufzuklären schien, so nahmen wir diese Zeit wahr, um die Hitze des siedenden Wassers auf einem von den Bergen zu beobachten, die das Thal umgaben, durch welches wir heraufgestiegen waren. Wir wußten, daß wir allenfalls auf einem Weideplatze dieses Berges, der Grasse-Chevre heißt, Scheuren finden würden.

918. Auch war es in der That sehr gut, daß wir diese Zuflucht fanden: denn sobald wir an den Weideplatz kamen, fieng es an sehr stark zu regnen. Wir flüchteten uns also in eine gute Scheure, die nach dem Kloster zu Sixt gehörte, und stellten während der Zeit, in der wir das Nachlassen des Regens erwarteten, unsere Beobachtungen an. Das Barometer zeigte, daß der Ort, wo wir uns befanden, ohngefehr 1100 Fuß über Fonds liege.

Der Regen nöthigte uns, auf dieser Höhe inne zu halten, weil wir weiter oben keinen Schutz zu hoffen hatten. Wir fiengen also an, herabzusteigen, sobald er sich ein wenig zu legen schien: aber auf der Helfte des Rückweges überfiel er uns von neuem weit stärker. Zum Glück befanden wir uns eben nicht weit von einer Tanne, deren Stamm zwölf Fuß im Umfange hatte, und die uns so gut für dem Regen schützte, daß wir daselbst mit Bequemlichkeit die zusammengehörigen Beobachtungen des Barometers und der Hitze des siedenden Wassers machen konnten.

Wir befanden uns nur 428 Fuß senkrechter Höhe über Fonds.

919. Kein Baum schützt so sicher für dem Regen, als die Tanne. Ihre Blätter stehen dicht an den so sehr niederhängenden Zweigen, und führen das Wasser bis an die äussersten Spitzen, ohne daß unterwegs ein Tropfen davon abfällt. In der vorigen Nacht, in welcher der Regen so stark und anhaltend gewesen war, hatte eine Tanne einige Alpenbewohner vollkommen gegen denselben beschützt, welche auf diesem Berge geblieben waren, um eine verwundete Kuh zu hüten. Sie hatten am Fuße dieses Baums Feuer angezündet, und dabey geschlafen. Das Feuer hatte den Stamm ergriffen; das Harz hatte ihm Nahrung gegeben, und man hatte sich nicht die Mühe genommen, es auszulöschen. Die Tanne war nahe bey der, unter welcher wir Schutz fanden; wir hatten daher sogleich Feuer zu unsern Versuchen, und das Wasser schöpften wir aus einem vorüberfließenden Bache.

Die Flamme, die diesen für seinen Schutz so übel belohnten Baum noch umgab, hatte ihn von unten so weggebrannt, daß er anfieng nach dem Abgrunde zu hängen; und wir entschieden sein Schikksal, indem wir ihn hinabstürzten. Wenn die Bewohner dieser Alpen sich wärmen wollen, und Bäume in der Nähe finden, so machen sie nicht viel Umstände, einen davon anzuzünden. Noch denselben Abend sahen wir von Fonds aus im Finstern an der Seite des Berges auf einmal eine große und sehr helle Flamme, die sich in Gestalt einer Pyramide erhob. Dieß war eine alte Tanne, die man angesteckt hatte, und an welcher das anhangende

Moos und die dürren Zweige mit einemmale entbrannt waren. Aber in solchen Höhen wird die Flamme bald zerstreut: es ist keine Gefahr da, daß sie sich von einem Baume zum andern, wie in den Waldungen auf der Plane fortpflanze.

920. Wir übernachteten in unserer Hütte zu Fonds, und entschlossen uns am folgenden Morgen, da es immerfort regnete, und das Barometer nicht wieder steigen wollte, nach Sixt zurückzugehen. Wir dachten von hier unsern Rückweg nach Genf zu nehmen, und waren voll Verdruß, den Gletscher zum drittenmale verfehlt zu haben; zumal, da wir nun überzeugt waren, daß er zugänglich sey.

Nach unserer Rückkehr in die Abtey wollten wir uns sogleich zu Pferde setzen; allein wir mußten den Bitten der Herren Geistlichen nachgeben, die darauf bestanden, uns diesen Tag bey sich zu behalten. Nachmittags ward der Himmel heiter, und wir waren im Begrif, unsere Reise auf den Berg nochmals anzutreten, als es von neuem trübe ward.

921. Alles schien sich gegen uns verschworen zu haben: am folgenden Morgen bey Tages Anbruch war das schönste Wetter von der Welt, und es reute uns ungemein, daß wir nicht den Tag vorher die Reise angetreten hatten. Aber für heut war es zu spät, zumal, da wir fürchten mußten, das gute Wetter werde nicht anhalten, weil das Barometer nicht stieg. Unsere Wirthe unterhielten dennoch unsere Hofnung: niemals ist wohl so oft nach dem Barometer gesehen worden. Endlich stieg es doch ein wenig, und gegen Abend giengen wir wiederum nach Fonds.

922. Wir dachten fast die ganze Nacht durch an keinen Schlaf: das Vergnügen, die Sterne zu sehen, die uns einen schönen Tag vorhersagten, erhielt uns wach, und lockte uns oft aus unserer Hütte. Wir konnten den Tag nicht erwarten, um uns auf den Weg zu machen: es war der 25ste September, und er blieb für unsere Wünsche viel zu lang aus. Um drey Viertel auf fünf Uhr traten wir unsern Weg mit dem Vergnügen an, das man nur nach überstandenen großen Hindernißen empfindet.

Wir eilten mit unserm Steigen, weil wir die Absicht hatten, die Beobachtung der Hitze des siedenden Wassers an einem sehr erhabnen Orte zweymal und bey zwo verschiednen Temperaturen zu machen, wovon ich die Ursache in der Folge angeben will.

923. Wir kamen um sieben Uhr an den zu dieser Beobachtung bestimmten Ort, welcher **Plande-Lechaud** heißt. Dieß ist eine sehr schöne Weide, die man aber den Gemsen überläßt, weil es unmöglich ist, Kühe dahin zu bringen, oder Schafe darauf zu erhalten. Ueberdieß liegt sie schon zu hoch über den Holzungen; man würde also zu viel Mühe haben, Scheuren da zu bauen, und Brennholz anzuführen.

Als wir auf diese Weide kamen, sahen wir daselbst drey von ihren Bewohnern. Sie hatten nichts von uns zu befürchten: denn unser Jäger hatte keine Flinte, und dieß vermehrte unser Vergnügen über diese Begegnung. Die Geschichte der Verfolgungen, die über diese Thiere ergehen, mit der uns unser Führer oft unterhielt, hatte uns sehr für sie eingenommen.

924. Wir wählten unsern Standpunkt auf der höchsten Gegend dieser Weide, weil diese noch im Schatten lag. Seine Höhe fanden wir 2364 Fuß über Fonds, oder 5352 Fuß über die Fläche des Genfersees. Ob sich gleich diese Seite des Berges gegen Mittag kehrt, so findet sich doch hier kein holziges Gewächs mehr. Unter unserm Himmelsstriche findet man in einer solchen Höhe weder Baum, noch Gesträuche. Wenn etwa ein Samenkörnchen, das der Wind dahin führet, einen guten Boden oder eine vortheilhafte Lage findet, so fügt es sich bisweilen, daß es daselbst keimet, aber es entsteht nie etwas mehr daraus, als ein kränkelnder Zwerg von einem Bäumchen, der bald abstirbt. Die Pflanzen selbst sind hier klein und schwach, einige ausgenommen, die hier ihren eigentlichen Wohnplatz haben.

925. Nachdem wir uns an diesem Standpunkte drey Viertelstunden lang aufgehalten hatten, um die Beobachtungen des Barometers und der Hitze des siedenden Wassers zu machen, begaben wir uns wieder auf den Weg. Unser Weg hatte allezeit wegen der Mannigfaltigkeit der Pflanzen, des Bodens, und der Aussichten viel anziehendes für uns gehabt: dennoch aber hatten wir nichts gesehen, das für uns sehr neu gewesen wäre. Aber bald nachdem wir Plan-de-Lechaud verlassen hatten, erlagen wir unter der Menge angenehmer Empfindungen, die uns auf einmal überhäuften.

Die Sonne gieng für uns auf: die Luft war still, und hatte eine in der Pläne ganz unbekannte Heiterkeit; wir erhoben uns so merklich, daß wir fast bey jedem Schritte eine neue Lage und Stellung

der Gegenstände um uns her bemerkten. Wir stiegen auf eine ganz freystehende Spitze, die nächsten Gegenstände vertieften sich, und wir sahen unaufhörlich neue hinter uns. Die Mischung eines hellen Lichts mit den großen Massen von Schatten, die hin und wieder durch erleuchtete Dünste geschwächt wurden, sonderte auf eine wunderbare Weise alle Theile dieses veränderlichen Gemähldes von einander ab. Wir waren länger als drey Stunden über sehr ermüdende Wege gestiegen, und dennoch fühlten wir einen unaufhaltsamen Trieb weiter zu steigen, es sey nun aus Zufriedenheit über die endliche Erreichung unsers Zwecks zu einer so vortheilhaften Zeit, oder aus Vergnügen über die sich immer weiter erstreckende Aussicht, oder es sey die physische Wirkung der Natur der Luft, die wir hier einathmeten, oder dieß alles zusammen gewesen.

Wir genoßen zwo Stunden lang dieser angenehmen Abwechselung neuer Gegenstände, ohne irgend eine Beschwerde, ausser daß wir sehr steile Felsen hinaufklettern mußten, welches uns Muth und Fröhlichkeit erleichterten. Nachher aber änderte sich unsere Lage: es zeigten sich Schwierigkeiten, und wir mußten unsere im höchsten Grade angenehme Ueberraschung theuer erkaufen.

926. Bisher waren wir an der Mittagsseite des Berges gestiegen, auf einem sehr steilen Rasen, oder an steinigten Abhängen, die mit kleinen Pflanzen besetzt waren, die größtentheils nirgend anders, als in diesen Höhen wachsen. Da diese Seite nicht sehr breit war, so konnten wir gegen Abend den ganzen Raum zwischen uns und dem Jura und gegen Morgen einen Theil der Alpenkette übersehen, deren

Spitzen

Spitzen nach und nach sichtbar wurden, je höher wir hinaufstiegen. Da wir uns aber auf die Abendseite wendeten, wo der Berg weit breiter ist, so benahm uns derselbe die Aussicht gegen die Alpen; wir waren auch nun zu sehr mit unserm Wege beschäftiget, als daß wir an das Zurücksehen hätten denken können.

927. Wir kamen nun an den Schnee, und bald darauf an das Eis; hier war der Fuß des **Gletschers Buet**, der, wie ich schon gesagt habe, die Spitze dieses Berges ausmacht. Er war damals mit Schnee bedeckt; der vom vorigen Winter war den Sommer über nicht völlig abgeschmolzen, und von dem neulich gefallenen lag auch noch etwas. Die Kruste dieses Schnees war sehr hart, weil sie die Nacht über gefroren war, und die Sonne noch nicht dahinreichte. Wir hatten dieß vorher erwartet, und uns daher mit wollenen Socken versehen, in denen wir, mit Beyhülfe unserer mit Eisen beschlagenen Stöcke, gut fortzukommen dachten.

928. Eine Zeitlang freuten wir uns über unsere Erfindung: wir stiegen einen ziemlich jähen Abhang, ohne zu gleiten, hinauf. Aber endlich ward er so steil, daß mir auf einmal beyde Füße ausglitten, und ich ohne meinen beschlagenen Stock, der mich endlich hielt, weil er fest in der harten Schneekruste stack, nach Fonds hinunter hätte reisen können, ohne diesen Ort wiederzusehen. Doch der Raum, den man vor einem solchen Sprunge noch auf dem Schnee hätte durchwandern müssen, war in der That sehr groß, und da der Abschuß unterwärts immer geringer wird, so war soviel nicht zu fürchten, wenn man nur die Gegenwart des Geistes nicht verlöhre.

929. Ohne unsern Führer wären wir nie auf den Gipfel gelangt; unsere Schuhe taugten nicht zu einer solchen Unternehmung. Dieser aber stieg überzwerch, und schlug mit der Seite seiner Schuhe, deren dicke und harte Sohlen mit Nägeln beschlagen waren, stark in den Schnee, wodurch er in der Kruste desselben kleine Vertiefungen machte, die ihn hielten, und durch welche auch wir ihm nachstiegen, indem wir uns mit unsern Stöcken unterstützten. Dieß Mittel, durch welches wir gut hinaufsteigen konnten, wäre jedoch zum Herabsteigen unzulänglich gewesen: und wir würden es nicht darauf gewagt haben, wenn wir nicht gewußt hätten, daß die Sonne, wenn sie gegen Abend käme, die Oberfläche des Schnees erweichen würde. Da wir uns hierdurch überzeugt hatten, daß wir sicher würden herabsteigen können, war unser Geist freyer, und wir überließen uns den Eindrücken, die diese Gegenden auf uns machten.

930. Es ist sehr schwer, sich durch Worte verständlich zu machen, wenn die gefühlten Empfindungen mit keinen Worten übereinstimmen. Ich schmeichle mir daher nicht mit der Hofnung, in meinen Lesern unsere damahligen Gefühle zu erregen. In diesen Gegenden herrschte das tiefste Stillschweigen; man empfand es, daß sie nicht für lebende Wesen gemacht wären: auch waren sie unserm Führer eben so unbekannt, als uns selbst. Die Gemsen kommen bis dahin nicht; folglich war auch noch kein Jäger dahin gestiegen. Dennoch fanden wir sie nicht ganz unbewohnt; wir sahen daselbst in großer Menge eine Art Erdmücken (tipula). Auch fanden wir einige Bienen, die aber todt waren. Sie kommen

auf die benachbarten Felsen, um an den Blumen der Genippe zu saugen; vermuthlich treiben sie daselbst die Stürme zusammen, und führen sie auf den Gletscher, wo sie sterben müssen. Auch sahen wir auf diesen Felsen Schmetterlinge verschiedner Art, und hatten deren schon auf dem Grenairon gefunden; wie man sie denn überall auf den größten Höhen antrift, wofern es nur Blumen daselbst giebt.

Diese Empfindung der vollkommensten Einöde war eine von denen, die wir am leichtsten unterschieden: aber sie drückt unsern Zustand nicht völlig aus. Wir sahen uns auf einer unermeßlichen Strecke von Schnee, dessen Weisse nichts unterbrach. Die Strahlen der Sonne, die nun hieher zu scheinen anfieng, wurden von der Oberfläche des Schnees in gerader Linie nach der Sonne zurückgeworfen, und zeigten uns den schönsten Glanz, den die Einbildungskraft auf alles übrige ausbreitete. Wir sahen durchaus nichts, als diesen Schnee und den Himmel, gegen welchen er sich in verschiednen sanften Abrundungen endigte, wie die schönen silberhellen Wolken, die man zuweilen so majestätisch in einer reinen Luft schweben siehet. Und dieß war eben dasjenige, was die sonderbare Empfindung, die wir fühlten, hervorbrachte. Es dünkte uns in der That, als schwebten wir in der Luft auf einer dieser Wolken. Und welche Luft! Nie hatten wir sie von einer solchen Farbe gesehen. Sie hatte ein lebhaftes, und doch zugleich dunkles Blau, das eine gewiße unbeschreibliche Empfindung der Unermeßlichkeit erregte.

931. Diese dunkle Farbe des Himmels war ohne Zweifel die Folge der Reinigkeit der Luft, wozu noch dieß kam, daß die Luftschicht, die die dunkle Farbe

des Himmels schwächt, hier nicht so hoch und dicht, als in der Plane ist. In der untern Region der Atmosphäre wird die Farbe der Luft immer mehr oder weniger durch die Dünste geschwächt, welche auch das Licht noch mehr zerstreuen. Ihr Blau erscheint hier fast immer sehr blaß; doch wird es dunkler, wenn sie reiner ist; es reicht aber nie an die lebhafte dunkle Tinte, die wir damals an ihr wahrnahmen.

932. Bloß dieser großen Reinigkeit oder Trockenheit der Luft kann ich eine Erscheinung zuschreiben, die sie sehr gut erklärt, und die mir ausserdem unerklärbar scheinen würde. Als ich das Stativ meines Barometers, das mir zugleich zum Stocke dient, beschrieb, sagte ich schon, daß sein oberer Theil der Länge nach ausgebohrt sey, um den Stiel eines Sonnenschirms aufzunehmen. (Taf. V. Fig. 1.) Dieser Stock war durch einen Fall auf meiner vorigen Reise an dieser Stelle zerspalten; und ich legte an dem Tage unserer letzten Abreise einen eisernen Ring darum, damit er sich nicht weiter spalten sollte. Der Stock selbst ist beynahe zwölf Jahr alt; und ich nahm damals recht trocknes Holz zu diesem Theile, der seinen drey Füßen zum Charniere dient. An dem Tage, da ich den Ring darumlegte war die Luft so trocken, als sie je in der Plane seyn kann: ich trieb den Ring mit einem Hammer fest auf. Dennoch, als wir gegen den Gipfel des Gletschers kamen, und ich meinen Stock ohne besondere Absicht umkehrte, fiel der Ring von selbst ab, und rollte sehr tief auf dem Schnee herunter. Unser Führer, der ihn mit den Augen verfolgte, bemerkte, daß er an einer Felsenspitze liegen blieb, die aus

dem Schnee hervorragte, wo wir ihn auch beym Herabsteigen wiederfanden. Ich wollte ihn nun wieder an den Stock stecken, allein er wollte auf keine Weise darauf haften. Ich machte das Holz naß, nunmehr hielt er, und ich dachte nicht weiter daran. Lange Zeit nachher erinnerte ich mich an das Abfallen dieses Ringes, und wollte ihn dadurch befestigen, daß ich erst etwas um das Holz legte. Allein ich fand ihn so fest darauf, als am ersten Tage, und konnte ihn nicht anders, als mit dem Hammer herunter und wieder daraufbringen. Augenscheinlich war dieses Stück Holz in solcher Höhe und zu dieser Zeit ausserordentlich trocken geworden.

Auch haben wir der Reinigkeit der Luft von den Dünsten, die unaufhörlich aus der Erde steigen, eine andere Erscheinung zugeschrieben, die wir jetzt zum zweytenmale bemerkten, daß nemlich das in dieser Höhe von dem Eise abschmelzende Wasser einen ungleich angenehmern Geschmack hat, als irgend eines auf der Plane, selbst als das Regenwasser, das man unmittelbar aus der Luft auffängt. Ohne Zweifel vermischt es sich im untern Theile der Atmosphäre, in welchem die Dünste schweben, allezeit mehr oder weniger mit denselben. Vielleicht aber können auch nur Wassertrinker, wie wir, diesen Unterschied bemerken (c).

933. Als wir von **Fonds** ausgiengen, wehete ein schwacher Nordwind, der in dem untern Theile des Berges, wie wir bey der Zurückkunft erfuhren, den ganzen Tag über angehalten hatte. Wir bemerkten ihn auch noch zu **Plan = de = Lechaud.**

Weiter

(c) Einer meiner Freunde hat eben dieß auf Sainte-Beaume, dem höchsten Berge in Provence, bemerkt.

Weiter hinauf, und noch weit an dem Gletscher hinan war die Luft still; so wie wir uns aber der Spitze näherten, spürten wir nach und nach einen Südwind, der endlich auf der Spitze selbst sehr stark und kalt ward.

934. Es war beynahe Mittag, als wir endlich auf derselben ankamen, und als wir unsere Augen über den Vorhang erhoben, der uns seit langer Zeit die Morgenseite unsers Horizonts verdeckte, sahen wir auf einmal die unermeßliche Kette der Alpen in einer Strecke von mehr als funfzig französischen Meilen vor uns liegen. Auf welche Seite wir auch unsere Blicke wendeten, war der ganze Horizont mit Bergen bedeckt. Gegen Westen war unsere Aussicht gewiß durch nichts, als durch die Dichte der Luft begrenzt: denn wir waren weit genug über die 13 bis 14 französische Meilen entfernte Kette des **Jura** erhaben, um über sie hinaus die Ebnen von **Franche-Comté** und **Bourgogne** liegen zu sehen, wenn die Luft durchsichtig genug gewesen wäre. Gegen Südwest sahen wir bis an den **Mont-Cenis** und gegen Nordost vermuthlich bis an den **St. Gotthard.** Wir waren weit über alle Hälse (gorges) der Alpen erhaben, und nur einige Spitzen derselben ragten über uns hinaus.

In diesem ganzen weiten Raume, der allenthalben mit Bergen überfüllt war, sahen wir in einem kleinen Winkel gegen Westen eine einzige Pläne, in deren Mitte **Genf** lag: und in Nordost fast das ganze große Thal, durch welches die **Rhone** fließt, von ihrem Falle aus den Bergen an bis nach **Sion**, der Hauptstadt des Walliserlandes, die etwa 9 bis 10 französische Meilen von uns entfernt war. Alles übrige war voller Gebirge.

935.

935. Die einzelnen Theile sowohl, als das Ganze hätten die Bewunderung des gleichgültigsten Menschen erregt. Ein einziger Blick auf die ungeheure Menge Eis und Schnee, welche die Alpen bedeckt, ist genug, um den Zuschauer über die beständige Dauer der **Rhone**, des **Rheins**, des **Po** und der **Donau** zu beruhigen: man empfindet es, daß hier ein unerschöpfliches Wasserbehältniß sey, das für viele trockne Jahre zureiche. Wir hatten keine Berechnung nöthig, um die Abflüße mit ihren Quellen zu vergleichen. In der ganzen Strecke, durch welche wir die **Rhone** verfolgen konnten, schien sie uns wegen ihrer Entfernung nur ein kleiner Bach: aber eben diese Entfernung schwächt keinesweges die Empfindung der Unermeßlichkeit der ungeheuren Menge von Eis, wovon sie ihren Ursprung nimmt. Näher, und nur eine Meile von uns, hatten wir die Quellen der **Arve** vor Augen, die sich unterhalb **Genf** mit der **Rhone** vereiniget. Diese Quellen dünkten uns nur kleine Wasserrinnen, wenn wir sie mit den Eisthälern verglichen, aus denen sie entspringen. Der **Mont-blanc**, der sich über diese Thäler erhob, schien allein hinreichend, den Lauf eines Flußes auf lange Zeit zu unterhalten; so sehr ist er vom Fuß bis auf den Gipfel, das ist, einen ungeheuren Raum hindurch, mit Eis bedeckt (763.).

Diese Seite unsers Horizonts stellte uns das treffendste Gemählde des Winters dar, und erneuerte in uns alle Begriffe, die uns die Reisenden von **Spitzbergen** und **Nova-Zembla** geben. Kurz, sie zeigte unsern Augen nichts als Eishaufen, aus denen dürre Felsenspitzen, von 3 bis 4000 Fuß Höhe, wie Obelisken, hervorstanden; da indessen auf

allen andern Seiten die Berge mit der größten Mannigfaltigkeit ihrer Produkte prangten. Selbst am Fuße der Eisberge sah man Weiden und Erndten. Bey den Gletschern, die bis in die Tiefen der bewohnten Thäler gehen, erndtet man erst zu Ende des Septembers die Gerste, die man gegen die Mitte des Frühlings gesäet hat. Diese Thäler liefern auch Flachs, und vortrefliches Futter: vornemlich aber ein weißes wohlschmeckendes Honig, das die Bienen aus allen den saftvollen Blumen der Alpen sammlen.

936. Nachdem wir eine Zeitlang unsere Aufmerksamkeit ganz auf die Dinge um uns her gerichtet hatten, ward sie wiederum auf uns selbst gezogen, als wir bedachten, daß wir jetzt bloß von einem Haufen überfrornen Schnees getragen würden, der aus einem schrecklichen Abgrunde emporstieg. Unsere erste Bewegung hieß uns schnell hinwegeilen. Aber bald begriffen wir durch das Nachdenken, daß das Hinzukommen unserer Schwere auf diese ungeheure Masse, die sich hier sicherlich viele Jahrhunderte lang erhalten hatte, ganz und gar keine Wirkung thun könne, um sie hinabzustürzen; unsere Furcht verschwand, und wir kehrten nach dem fürchterlichen Belvedere zurück. Der Berg war an dieser Seite eben so steil, als an der von Fonds, und das hervorstehende Eis sprang soweit über den Abgrund vor, daß ein Seil an dem Orte, wo wir waren, hinabgelassen, erst in einer Tiefe von 500 Fuß eine von den Felsspitzen erreicht hätte, womit diese Seite besetzt war; und unsere Augen hafteten erst auf einem Thale, das wohl 5000 Fuß tiefer hinab lag.

Die

Die Eisrinde war an den Orten, wo wir nachspüren konnten, die aber weit unter uns lagen, wenigstens 60 Fuß dick: sie umgab mit mehr oder weniger Vorsprung diese ganze Seite der Bergspitze. Auch war die Seite des Berges selbst eine große Strecke weit mit Eis bedeckt.

Welch ein Anblick für Bewohner der Plane! Wir betrachteten ihn mit Erstaunen und Schrecken. Wir hielten einander bey den Kleidern, wenn einer den Kopf über den Abgrund hervorstreckte: jeder war sein selbst wegen ruhig, aber er glaubte nicht so sicher für den andern zu seyn; er hätte bey dem geringsten Schritte gezittert, den er den andern allein hätte thun sehen. Diese wechselseitige Furcht zog uns beyde viel eher von dem Rande des Abgrundes zurück, als wir einzeln würden hinweggegangen seyn, und wir fiengen unsere Beobachtungen einige Schritte davon zurück an.

937. Wir hatten auf unserm Wege von einigen Felsen, die über das Eis hervorragten, Schieferplatten mit auf den Gipfel genommen, theils, um nicht auf dem Eise zu sitzen, theils auch, um das Kohlenbecken während dem Sieden des Wassers darauf zu stellen. Aber es war nicht möglich, eine Beobachtung darüber zu machen; der Wind war zu stark, und dabey zu kalt; denn, ob es gleich Mittag war, stand das Thermometer dennoch nur $3\frac{3}{4}$ Grad über Null, und für vorher erhitzte und leicht gekleidete Leute war diese Kälte bey dem heftigen Winde sehr beschwerlich. Wir begnügten uns also, das Barometer zu beobachten, welches sich auf 19 Zoll, 6 Linien hielt. Diese Beobachtung, verglichen mit einer andern zu Genf um eben diese

Zeit

Zeit gemachten, hat die Höhe dieses Gipfels 8229 Fuß über die Fläche des **Genfersees**, oder 9355 Fuß über das **mittelländische Meer** gegeben.

938. Von eben diesem Gipfel aus bestimmten wir auf dem **Mont-blanc**, der ohngefehr zwo französische Meilen davon entfernt war, den horizontal gegenüberstehenden Punkt, der uns nachher gedient hat, seine Höhe von der Gegend um **Genf** aus zu messen. Wir haben diese um 4990 Fuß größer gefunden, als die Höhe, auf welcher wir uns befanden, welches 14345 Fuß über das **mittelländische Meer** beträgt (763.). Wir wurden nicht müde, diesen erstaunenswürdigen Berg zu betrachten, der sich, wie ein Riese, über alle die andern erhob. Die Eisrinde, mit welcher er über und über von seinem Fuße im Thal **Chamouni** an bis an seinen Gipfel bedeckt ist, hat an einigen Orten das Ansehen des stürmischen Meeres; an andern glaubt man Trümmern von alten Thürmen und Schlössern zu sehen, zwischen welchen sich tiefe Klüfte öfnen; hin und wieder tritt sie über die Ränder steil abgeschnittener Felsenspitzen hervor: an diesen Orten kann man von ihrer Dicke urtheilen, die wir 5 bis 600 Fuß schätzten.

Nachdem wir diese beyden Beobachtungen auf dem Gipfel des **Gletschers Buet** gemacht hatten, wo wir uns nicht über drey Viertelstunden auf halten konnten; so stiegen wir wieder hinab zu den kleinen Felsen, von denen wir die Schieferplatten weggenommen hatten, um daselbst die Hitze des siedenden Wassers zu beobachten. Aus dieser Steinart besteht der ganze höhere Theil des Berges. In den Höhlungen fanden wir große Quarzdrusen von sonderbaren

Gestalten, und ein klein Stück sehr reinen Bergkrystall.

Wir schloßen aus der Lage dieser kleinen Felsen, die etwas über 200 Fuß tiefer waren, als die höchste Eisspitze (646), daß sie einen Theil von dem eigentlichen Gipfel des Berges ausmachten. Alles, was sich über ihnen befand, war ein einziger Eisklumpen in Gestalt eines abgekürzten Kegels, zweyhundert Fuß hoch über einer sehr breiten Grundfläche, welcher Klumpen selbst auf der grossen Strecke von beständigem Eise ruhte, die den ganzen Abhang der Bergspitze bedeckt.

939. Ich nenne dieses Eis **beständig**, nicht als ob ich glaubte, daß immer eben dasselbe Eis da bliebe: denn ausser dem beträchtlichen Abschmelzen von der Sommerhitze, verliert es auch unaufhörlich von unten, selbst im stärksten Winter, durch die innere Wärme der Erde. Aber dieser Abgang wird jährlich von oben her ersetzt; und das Eis wächst sogar an Dicke und Ausbreitung. Da das Abschmelzen von unten nicht allenthalben über den ganzen **Gletscher** gleich stark seyn kann, so kömmt es vermuthlich bisweilen daher, daß ein großer Theil der Eismasse, der nicht mehr von dem Boden getragen wird, mit einemmale einstürzt. Solchen Senkungen würde ich die **Klüfte** von ungeheurer Weite und Tiefe zuschreiben, die man auf einigen Gletschern siehet, und die mit einem entsetzlichen Krachen entstehen.

Man kann das beständige Wachsthum der Gletscher auf den Alpen nicht in Zweifel ziehen. Schon daß sie da sind, ist ein Beweiß, daß in den vorigen Jahrhunderten die Menge des im Winter

gefallenen Schnees die Menge des im Sommer geschmolzenen übertroffen hat. Nun aber dauret nicht allein eben diese Ursache fort, sondern es kömmt auch noch die von den schon gebildeten Eisklumpen entstehende **Kälte** hinzu, welche dieselben immer mehr vergrößern muß, da sie mehr Schnee erzeugt, und das Abschmelzen verhindert.

Wir bemerkten eine sehr sichtbare Wirkung dieser letzten Ursache bey Vergleichung des Berges, worauf der **Gletscher Buet** liegt, mit dem, der den **Grenairon** trägt. Der letztere hat auf der Seite gegen **Fonds** fast einerley Gestalt und Lage mit der Ostseite des Berges vom **Gletscher Buet**. Dennoch war dieser fast ganz mit Eis bedeckt, da inzwischen jener ohne Eis, und auf den hervorstehenden Flächen sogar mit Pflanzen bewachsen war. Dieß rührt daher, weil der **Buet** ganz frey gegen die **Gletscher** von **Chamouni**, und den **Mont-blanc** liegt, der **Grenairon** aber nach dieser Seite gedeckt ist. Es ist also nicht zu zweifeln, daß die Gletscher immer zunehmen, daß sogar ihr Wachsthum größer wird; und daß sich also auch der **Mont-blanc**, der so zu sagen, bloß ein **Gletscher** ist, immer mehr und mehr erhebe.

940. Wir befanden uns bey den kleinen Felsen, zu welchen wir hinabgestiegen waren, sehr wohl: es war hier nicht so kalt, und wenig Wind. Wir verwunderten uns, daß wir den Unterschied der Dichte der Luft an nichts, als an unsern Werkzeugen bemerkten, daß keine Beschwerde oder unangenehme Empfindung uns fühlen ließ, die Luft, die wir einathmeten, habe fast um ein Drittel weniger Dichte, als die in der Pläne, und daß der Druck der Atmosphäre auf unsern Körper um hundert Centner abgenommen

habe, ohne das Gleichgewicht in dem innersten desselben zu stören. Was für eine wunderbare Maschine, die so große Veränderungen selbst in den Ursachen ihrer vornehmsten Bewegungen erleiden kann, ohne daß dieselben dadurch in Unordnung geriethen!

941. Ich kann nicht umhin, hier anzumerken, wie sehr sich einige Aerzte betrogen haben, welche die Veränderungen, welchen gewiße Personen beym Fallen des Barometers unterworfen sind, dem Unterschiede der Schwere und Dichte der Luft zuschrieben, und sie durch die Störung des Gleichgewichts zwischen der innern und äussern Luft erklären wollten, oder auch durch die Wirkung, die eine mehr oder minder dichte Luft auf die Bewegungen des Herzens und der Lungen haben könnte. Wenn diese Abwechselungen merklich auf die Theile unsers Körpers wirkten, was würde aus den Gemsenjägern werden, die alle Tage aus den Tiefen der Thäler auf die Gipfel so hoher Berge steigen? Wie würde es nur den Weibern eines Dorfes bey **Sixt** ergehen, die im Sommer die Nächte zu **Fonds** zubringen, um ihre Kühe zu melken, alle Morgen aber das Vieh der Hut ihrer Kinder überlassen, und hinabgehn, ihren Männern das Land bauen zu helfen? Diese erfahren auf solche Weise täglich die gröste Abwechselung der Schwere und Leichtigkeit der Luft, die sich an einerley Orte in dem längsten Zeitraume ereignen kann: denn der Unterschied der Barometerhöhen zu **Sixt** und **Fonds** beträgt ohngefehr 22 Linien. Dennoch empfinden sie davon nicht die geringste Beschwerde. Eben so geht es mit so vielen Bäurinnen, die uns in der guten Jahrszeit täglich die Produkte der Heerden von den Bergen nach Genf bringen, und dabey

noch viel größere Veränderungen des Drucks und der Dichte der Luft erleiden. Selbst die Engbrüstigen empfinden nichts davon: wenigstens war ich mit einem meiner Freunde auf dem Berge Salève, der die Wirkung davon fürchtete, aber keine bemerkte.

942. Man muß also seine Zuflucht zu einer andern Ursache nehmen, die gemeiniglich eine Begleiterin der Barometerveränderungen ist, wenn man die Veränderungen, die wir in solchen Fällen an unsrer Gesundheit, und besonders an unsern Kräften spüren, erklären will. Diese Ursache ist eine Veränderung der Natur der Luft; nemlich ihre Mischung mit andern flüßigen Materien. Ich habe davon schon geredet, als ich von den Barometerveränderungen handlete (721.); aber ich erwähnte damals bloß die wäßrichten Dünste. Andere Dünste oder Dämpfe können sehr mannigfaltige Wirkungen hervorbringen (*d*). Ich glaube auch, daß die **elektrische Materie** auf Leute von empfindlichen Nerven wirke, und einer meiner Freunde glaubt dieß sehr deutlich an sich selbst zur Zeit der Gewitter zu bemerken.

943.

(*d*) Das hier gesagte hat viel Aehnlichkeit mit demjenigen, was Herr Cigna in einer eignen Abhandlung über den Tod der Thiere in eingeschloßener Luft augenscheinlich dargethan hat: daß nemlich die Thiere ohne Beschwerde eine sehr große Verminderung der Dichte der Luft ertragen, wenn man sie nur erneuret, daß sie hingegen gar bald in natürlicher Luft sterben, wenn diese durch die Ausdünstungen ihres eignen Körpers verdorben wird. (*Miscellan. Taurin.* Tom. II. p. 168 sq.)

943. Wir beobachteten die Hitze des siedenden Wassers bey den kleinen Felsen am **Gletscher Buet**, wo wir uns anderthalb Stunden aufhielten, und hierauf herunterzusteigen anfiengen. Die Sonne hatte den Schnee, unserer Hofnung gemäß, erweicht, und wir stiegen ohne Mühe die jähesten Abhänge herunter, und dies auf eine sehr lustige Art, die uns unser Führer lehrte. Wir thaten Sprünge auf die Fersen, die alsdann tief genug in den Schnee fielen, um uns zu halten. Zwar musten wir diese Sprünge einigermassen abmessen, damit der Körper allezeit der Bewegung der Schenkel folgte, sonst hätten wir vorn oder hinten überstürzen können. Eine andere Art herabzusteigen, die wir von unserm Führer sahen, versuchten wir nicht; es schien uns hier eben nicht der Ort zu dergleichen Proben. Er stützte sich hinten auf seinen Stock, den er zwischen den Beinen durchsteckte, drückte seine Fersen mehr oder weniger in den Schnee, und glitschte so stehend herunter, wobey er Meister von dem Grade der Geschwindigkeit blieb: bisweilen ließ er sich erstaunlich schnell herab, erhielt sich aber sehr leicht wieder, wenn er die Fersen nach und nach in den Schnee drückte.

944. Als wir über den Schnee hinaus waren, und auf der Seite von **Plan-de-Lechaud**, nach der wir uns wandten, wieder Kräuter fanden, hörten wir von verschiednen Gegenden her durchdringende Stimmen, fast wie ein Pfeiffen: und wären wir auf der Pläne in einem Walde gewesen, so hätten wir gefürchtet, unter eine Bande Strassenräuber gefallen zu seyn. Hier aber wurden **wir** gefürchtet. Die Murmelthiere, die uns zuerst bemerkt hatten, gaben den andern durch dieß Geschrey ein Zeichen, und wir sahen sie hier und da laufen.

um sich in ihre Löcher zu flüchten. Dieses Pfeiffen hörten wir sehr oft wieder, so lange wir durch die Gegend giengen, in der sich diese Thiere aufhalten.

945. Um halb vier Uhr kamen wir nach **Plan-de-Lechaud** zurück, und giengen an eben den Ort, wo wir früh um sieben Uhr die Hitze des siedenden Wassers beobachtet hatten. Die Wärme hatte nicht so stark zugenommen, als ich vermuthet hatte: sie war früh + $5\frac{1}{4}$, und jetzt nur + 11. Dennoch wiederholten wir unsere Beobachtung, und setzten hierauf unsern Weg weiter fort. Es war halb fünf, und um sechs Uhr erreichten wir **Fonds.**

946. Wir hatten uns vorgenommen, hier zu übernachten, weil wir glaubten, wir würden zu spät und zu ermüdet ankommen, um noch diesen Abend in die Abtey fortzugehen. Auch waren wir wirklich ermüdet, und es ward schon dunkel: indessen hielten wir es, nachdem wir eine halbe Stunde ausgeruhet hatten, für das beste, uns noch etwas mehr zu ermüden, um eine desto bessere Ruhe zu genießen, und machten uns wieder auf den Weg. Der Weg von **Fonds** nach **Sixt** geht zum Theil durch Tannenwälder, die oft eine völlige Dunkelheit verursachen: wir konnten hier unserm Führer nur nach Maßgabe des Schalles seiner Tritte folgen. Inzwischen legten wir auch diesen Weg ohne Unfall zurück, und kamen um halb neun Uhr in die Abtey. Wir wurden hier mit eben dem Diensteifer aufgenommen, von dem wir schon so oft vortheilhafte Beweise erhalten hatten. Eine gute Nacht, und die Zufriedenheit, unsere Absicht erreicht zu haben, gaben uns alle unsere Kräfte wieder, und wir verließen Sixt den Morgen darauf, durchdrungen von Dankbarkeit gegen un-

sere gütigen Wirthe. Wir übernachteten zu **St. Joire**, und kamen am folgenden Mittag nach **Genf** zurück.

* * *

947. Obgleich die Versuche über die Hitze des siedenden Wassers der vornehmste Zweck dieser Reise waren, so ist sie doch an und für sich für die Naturforscher so wichtig, daß es uns nicht gereut hätte, sie unternommen zu haben, wäre es auch nur aus bloßer Neugierde geschehen. Es ist wahr, die einzelnen Gegenstände, die wir sonst in den Gegenden um das **Thal Chamouni** in der Nähe betrachtet hatten, vermehrten unser Vergnügen über die Aussicht auf die **Alpen** von dem **Gletscher Buet** ungemein. Wir rathen also diese Reise vorzüglich denen an, die die Anhöhen um dieses Thal durchreißt, und Vergnügen daben gefunden haben. Ich habe ihnen durch einige Umstände, auf die ich mich eingelassen habe, dieß Unternehmen zu erleichtern gesucht, und will die vornehmsten davon, die ihnen zum Leitfaden dienen können, wiederholen.

Der Weg von der Abtey nach dem **Gletscher Buet** ist gewiß sehr beschwerlich; aber keinesweges gefährlich für Personen, die eine lange und starke Ermüdung aushalten, und ohne Furcht von großen Höhen herabsehen können. Zwischen **Fonds** und **Plan-de Lechaud** trift man auf einen steil abgeschnittenen Felsen, bey welchem uns unser Führer zween Wege vorschlug, von denen der eine sehr lang, aber sicher, der andere sehr kurz ist. Ich würde dennoch den letztern wenig Leuten anrathen: wir haben ihn bloß aus Ungeduld gewählt. Wenn man den

erstern nimmt, so hat man auf der ganzen Reise keinen unsichern Schritt zu thun.

Wer sich im Stande glaubt, diese Reise zu unternehmen, dem rathe ich, sich mit solchen Schuhen zu versehen, wie unser Führer hatte (929.). Sie sind nicht allein unentbehrlich, um über den harten Schnee zu gehen, sondern auch sehr dienlich, sich leichter auf abschüßigem Rasen zu erhalten. Schuhe ohne Nägel werden darauf so glatt, daß man fast bey jedem Schritte ausgleitet, wenn man sich nicht mit den Händen hilft.

Diese Reise muß man im Monat August machen: alsdann ist der Tag länger, und das Wetter beständiger, als im September: auch sind die Einwohner noch nicht so sehr mit ihren Erndten beschäftiget. Zu Sirt muß man Sonntags zur Zeit der Messe seyn, um desto gewißer einen von den Jägern zu finden, die man zu Führern nehmen muß. Wenn man Sonnabends früh von Genf ausreiset, so kann man Abends bequem zu Samoin seyn, sich daselbst mit dem nöthigen versorgen, und Sonntags zu Sirt Anstalt machen, die folgende Nacht in Fonds zuzubringen. Auch kann man noch die nächstfolgende Nacht zu Fonds schlafen, und dafür etwas länger auf dem Berge bleiben.

Ich wünschte, daß diese Nachrichten bey einigen meiner Leser das Verlangen erregen möchten, sich eben das Vergnügen zu verschaffen, das wir auf dieser Reise empfunden haben. Es wäre Schade, wenn diese der Bewunderung so würdige Gegenstände nicht mehrere Bewunderer fänden.

Fünftes Capitel.

Erste Untersuchungen über die Ursache des beschleunigten Abnehmens der Hitze des siedenden Wassers, im Vergleich mit den Barometerfällen.

948. Die vornehmste Ursache, die mich bewog, meine ersten Versuche über die Wärme des siedenden Wassers zu wiederholen, war diese, daß ich bey aller Ungewißheit, die dabey noch übrig blieb, dennoch wahrgenommen hatte, der Grad dieser Wärme nehme schneller ab, als die Barometerhöhe: und daß ich nicht glauben konnte, dieser Mangel der Proportion beyder Wirkungen sey einer allgemeinen Ursache zuzuschreiben.

949. Ich fieng meine neuen Versuche in Languedoc an, und machte deren 14 auf der Wege von Beaucaire nach Genf. Ihr Resultat kam mit dem überein, das die erstern gegeben hatten; nemlich ich fand für gleiche Barometerfälle weniger Veränderung der Wärme des siedenden Wassers in Languedoc, als auf dem Mont-Cenis.

Ich konnte die Genauigkeit meines Thermometers nicht mehr in Zweifel ziehen; es hatte meine Erwartung vollkommen erfüllt, und der Grad der Zuverläßigkeit meiner Beobachtungen entfernte den Gedanken gänzlich, daß dieser Unterschied von irgend einem Fehler derselben herrühren könnte. Er lag also gewiß in den Erscheinungen selbst.

950. Wenn man in physikalischen Untersuchungen bis auf diesen Punkt gekommen ist, daß zuverläßige und genau beobachtete natürliche Erscheinungen ihre Ursachen nicht selbst verrathen, so kann uns nichts, als **Hypothesen** mit **Versuchen** begleitet, weiter führen. Man muß freylich äußerst vorsichtig seyn, und nichts wirklich für eine **Ursache** annehmen, was nicht mit den Erscheinungen selbst, nach ihren genauesten Bestimmungen, vollkommen übereinstimmt. Allein, wenn man nur Ursachen annimmt, um sie durch Versuche auf die Probe zu stellen, darf man so scrupulös nicht seyn. Versuche müßen einmal gemacht werden. Man würde nicht weit in der Untersuchung der Natur kommen, wenn man sich bloß auf die Erscheinungen, die von sich selbst erfolgen, einschränkte. Wie viel Zeit würde nicht vorübergehen, ehe die Menschen alle die verschiednen Verbindungen, die die Natur hervorbringt, wahrnehmen könnten, wenn wir sie ganz sich selbst überließen, ohne ihr durch Veranstaltungen behülflich zu seyn? Und wie wenig Nutzen würden wir aus so wenigen Erscheinungen ziehen, die man schwerlich würde vergleichen können, ja an deren Vergleichungen man nur sehr selten denken würde?

Die **Hypothesen** aber befördern die Entstehung der Erscheinungen, weil sie auf Versuche leiten: sie bringen deren mehrere in kurzer Zeit und nach einem gewissen Plane zusammen, die der Verstand bald vergleichen kann: sie ziehen den Beobachter, seiner Eigenliebe wegen, in ihr Interesse, machen ihn eifriger und aufmerksamer, und müßen seine Einsichten nothwendig aufklären, wofern er sich nur nicht von ihnen verblenden läßt.

Ich

Ich gestehe, daß man immer in Gefahr sey, von der Eigenliebe verführt zu werden. Man kann mit Recht auf den **Geist des Systems** anwenden, was man sonst vom Feuer sagt, daß es ein guter Diener, aber ein schlimmer Herr sey. Wenn er uns einmal beherrscht, so sehen wir nichts in den Versuchen, als was er uns eingiebt, was wir zur Ehre unserer Erfindung darinnen sehen wollen. Wenn wir ihn aber nur als ein Werkzeug gebrauchen, so führt er uns allezeit auf irgend eine nützliche Wahrheit, sollte es auch nur die Ueberzeugung seyn, daß wir geirret haben.

951. Mit Versuchen von dieser Art fieng ich meine Untersuchungen über die Ursache der Verschiedenheit in der **Wärme des siedenden Wassers** an, und ich kann sie nicht für ganz unnützlich erklären. Man würde vielleicht oft der Naturlehre gute Dienste leisten, wenn man über wichtige Gegenstände auch die mißlungenen Versuche bekannt machte: wenigstens würde man dadurch die Wege verschließen, auf denen andere sonst Zeit verlieren, und ihre Kräfte vergebens erschöpfen können.

952. Sobald ich versichert war, daß der bemerkte Unterschied in der Verhältniß des **Abnehmens der Wärme des siedenden Wassers** zum **Fallen des Barometers**, nicht von Fehlern der Werkzeuge herrühre, fiel mir sogleich ein, daß er vielleicht an der Verschiedenheit des **Wassers** liegen könne. Ich nahm an, je reiner das Wasser sey, desto weniger Wärme nehme es an. Weil nun das Wasser auf den Bergen am reinsten gefunden wird, und dieß um desto mehr, je höher ein Ort liegt (932.), so glaubte ich, es könne, die Verschiedenheit des Drucks der Luft abgerech-

gerechnet, das Bergwasser im Kochen nicht so heiß werden, als das Wasser der Pläne, welches sich entweder durch die Erde gezogen hat, oder über ihre Oberfläche geflossen ist, und also voll fremder Bestandtheile seyn muß, die, wie ich glaubte, mehr Wärme annähmen, als das reine Wasser.

953. Diese Erklärung aber prüfte ich sogleich durch Versuche. Ich nahm daher **Regenwasser**, als das reinste, das ich zu **Genf** haben konnte; **Wasser aus der Rhone**, welche von den Gebirgen aus schon eine gute Strecke durchlaufen hat; und **Mineralwasser** von dem Brunnen **Amphion** bey **Evian** in **Chablais**, welches viel **Eisenvitriol** enthält, der sich merklich durch den Geschmack entdeckt. Ich kochte diese drey Gattungen von Wasser in einerley Gefäß und bey einerley Barometerhöhe: fand aber in den Graden ihrer Wärme nicht die geringste Verschiedenheit.

954. Da also schon dieser erste Versuch meine Vermuthung widerlegte, gieng ich sogleich von derselben ab. Bloß aus Neugierde setzte ich mein Thermometer in kochenden **Chocolat**, und fand auch hier keine größere Hitze, als im reinen Wasser. Ohne Zweifel machen die meisten fremden mit dem Wasser selbst aufs innigste vermischten Materien dasselbe nicht fähig, mehr Wärme anzunehmen, weil ihre Theichen frey im Wasser schweben, und also selbst nicht wärmer werden, als das Wasser, das sie umgiebt.

955. Dennoch geben einige Salze dem Wasser in der That die Fähigkeit, sich stärker zu erhitzen. So steigt zum Beweiß das Thermometer in Wasser mit Seesalz gesättigt, wenn es kocht, um 7 Grad

höher,

höher, als im gemeinen. Allein diese Salze geben sich leicht durch den Geschmack zu erkennen, und ich habe das Wasser, das ich kochte, allezeit gekostet.

Ich konnte also die auf den Bergen gefundne Vermehrung in der Verhältniß der Verringerungen der Wärme des siedenden Wassers zu dem Fallen des Barometers, nach diesen Versuchen nicht mehr der größern Reinigkeit des Wassers zuschreiben. Inzwischen zog ich ausser der Aufklärung meines Zweifels noch den Nutzen aus ihnen, daß sie mich versicherten, die Verschiedenheit des zu den Beobachtungen gebrauchten Wassers habe in die Resultate keinen Einfluß.

956. Ob nun gleich auch dieser neue Versuch nicht gelungen war, so konnte ich doch noch nicht glauben, daß die Erscheinung, die ich zu erklären suchte, die Wirkung einer allgemeinen Ursache sey, und ich bemühte mich immerfort, besondere Umstände aufzusuchen, die sie veranlaßen könnten. Ich rieth nun auf die verschiedne **Wärme der Luft.** Die Wärme des siedenden Wassers, dachte ich, müßte sich um soviel mehr zerstreuen, je kälter die Luft wäre. Da es nun auf den Bergen gemeiniglich kälter, als in der Pläne ist: und da insbesondere meine Beobachtungen in **Languedoc** in der wärmsten Jahrszeit gemacht waren, so hofte ich gewiß in diesem Umstande die gesuchte besondere Ursache gefunden zu haben.

957. Ich war eben im Begrif, meine letzte Reise auf die Berge von Sixt anzutreten, als ich auf diese Vermuthung kam, und eben, um dieselbe zu prüfen, stellte ich die beyden Beobachtungen auf **Plan-de-Lechaud** (945), eine vor Aufgang der

Sonne, die andere des Nachmittags an. Ich fand in der That zwischen beyden einen kleinen Unterschied, der auch so beschaffen war, wie er meiner Vermuthung nach seyn sollte, aber sie bestätigte sich durch andere Beobachtungen nicht weiter. Ich hatte zu Genf einige im Sommer gemacht; ich stellte nach meiner Rückkehr neue zu Anfang des Herbstes an: und als ich sie nun alle mit den beygefügten Anzeigen der Wärme der Luft untereinander verglich, so schlug mir meine Erwartung zum drittenmale fehl, und ich konnte in ihren Resultaten keinen merklichen Einfluß der Wärme der Luft wahrnehmen.

Ich verlohr nun die Lust, aufs neue eine besondere Ursache aufzusuchen, und dachte eine Zeitlang nur darauf, ob ich die Resultate meiner Beobachtungen irgend einem regelmäßigen Gesetz unterwerfen könnte, um dieses nachher auf die Berichtigung des Thermometers anzuwenden. Ich war schon durch andere Proben überzeugt, daß dieß der sicherste Weg sey, zur Entdeckung einer allgemeinen Ursache zu gelangen, mit der ich mich nunmehr zu beschäftigen dachte.

Sechstes Capitel.

Untersuchung des Gesetzes, dem die Verminderungen der Wärme des siedenden Wassers folgen, wenn die Barometerhöhe um gleiche Größen abnimmt. Anwendung dieses Gesetzes auf die Berichtigung des Thermometers.

958. Bey der Untersuchung des **Gesetzes**, nach welchem die **Wärme des siedenden Wassers** im Vergleich mit dem **Fallen des Barometers** abnimmt, war meine erste Arbeit, alle meine letztern Beobachtungen nach der Ordnung der **Barometerhöhen** in eine Tafel zu bringen. Diese Tafel hatte 5 Columnen. In der ersten befanden sich die Barometerhöhen in **Sechszehntheilen einer Linie** ausgedrückt (365.); in der zweyten die Höhen des Thermometers in **Theilen** des ihm beygefügten **Mikrometers** (870); in der dritten die Unterschiede der Barometerhöhen; in der vierten, die zugehörigen Unterschiede der Anzeigen des Thermometers; in die fünfte endlich hatte ich die Zahlen gesetzt, welche ausdrückten, wie groß die Unterschiede der Thermometeranzeigen seyn müsten, wenn sie beständig dem ersten proportional bleiben sollten.

959. Diese letztere Columne gab mir sogleich einen Begrif von der Größe und dem Gesetz des Wachsthums der Thermometerunterschiede in Vergleich mit denen des Barometers, und ich fand bald ein viel regelmäßigeres Gesetz, als ich erwartet hatte. Ich entdeckte nemlich, daß die **Unterschiede der Wärme des siedenden Wassers in einer harmoni-**

schen

schen Reihe fortgiengen, wenn die Barometerhöhen in arithmetischer Reihe genommen würden. Dieß Gesetz fand sich so genau, daß die kleinen Abweichungen der Rechnung von der Beobachtung fast bey keiner einzigen die Grenzen überschritten, innerhalb welcher die Beobachtung selbst noch ungewiß ist (881.), wie man dieß bald sehen wird.

960. Ich zog aus der Entdeckung dieses Gesetzes zuerst den Vortheil, daß ich meine Beobachtungen durch die logarithmischen Tafeln berechnen konnte, in denen aufeinanderfolgende Unterschiede der Logarithmen ebenfalls in harmonischer Reihe fortgehen. Ich brauchte dazu nichts weiter, als die Verhältniß der Logarithmen der Barometerhöhen, zu den Höhen meines Thermometers im siedenden Wasser. Ich fand daß $\frac{7175}{30000000} = 5015$ von den Logarithmen der Baronieterhöhen in Sechszehntheilen einer Linie ausgedrückt, mir fast überall die genaue Höhe des Thermometers über den Eispunkt in Theilen seines Mikrometers gab.

Dieser Ausdruck war nur dem Thermometer, das ich gebraucht hatte, eigen, und konnte also nicht zur allgemeinen Regel dienen. Allein ich konnte ihn so ändern, daß er sich auf die Scale des gemeinen Thermometers anwenden ließ, dessen Fundamentalraum ich allezeit in 80 Theile getheilt annehme.

961. In dieser Absicht suchte ich anfänglich durch Verbindung derer Beobachtungen, bey welchen die Barometerhöhe nahe bey 27 Zoll $= \frac{5184}{16}$ Lin. gewesen war, was für eine Thermometerhöhe im siedenden Wasser, in Theilen meines Mikrometers

ters

ters ausgedrückt, dieser einmal zum Grunde gelegten Barometerhöhe (451 *a*) zukomme, und fand $3869\frac{1}{4}$ solcher Theile. Nun änderte ich den Ausdruck für die Wärme in allen meinen Beobachtungen in der Verhältniß $3869\frac{1}{4}$: 80, 00. Hierauf machte ich die erforderliche Veränderung in dem Ausdrucke der Verhältniß der **Logarithmen der Barometerhöhen** zu den **Thermometerhöhen**, weil ich auch diesen gleich bequem zum praktischen Gebrauch machen wollte, und fand, daß $\frac{99}{200000} = 10387$ von den **Logarithmen der Barometerhöhen, die Wärme des siedenden Wassers in Hunderttheilen** der Grade des gemeinen Thermometers gaben (*e*).

962. Ich berechnete nach dieser neuen **Formel** alle meine Beobachtungen, und brachte dieß in folgende Tafel, in welcher ich die Anzeigen der Wärme der Luft während den Beobachtungen beygefügt habe, um das im vorigen Capitel hierüber gesagte zu beweisen (957). Ich habe sie in Graden des gemeinen Thermometers ausgedrückt, die sich alle über **Null** befinden. Ich war durch einen neuen Unfall um das Thermometer gekommen, mit welchen ich die Beobachtungen der **Wärme des siedenden Wassers** machte, und hatte also zu der Jahrszeit, zu welcher man die Temperatur der Luft gewöhnlich unter Null findet, keine anstellen können; aber man findet schon hier eine so große Verschiedenheit der Temperatur, daß dieser Verlust eben nicht so viel bedeutet.

Tafel

(*e*) Die bequemste Art, diese Formel zu gebrauchen, ist folgende. Man nehme von der Helfte des Logarithmen ihren 100sten Theil + 10387000 hinweg, und schneide die 5 letzten Zifern ab, so hat man die Thermometerhöhe bis auf 5 Decimalstellen.

Tafel über die Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers im Jahr 1770.

Tage	Orte der Beobachtung.	Wärme der Luft	Barometerhöhe	In 16th. Lin.	Beobachtete Wärme des sied. Wassers.	Unterschied in 100 th. Gr.	Wärme des sied. Wass. nach der Regel
Jul. 13.	Beaucaire	14 ¼	28. 5 ²⁄₁	5458	81,09	+ 2	81,11
29.	Ebendaselbst	18 ½	28. 2. 7	5415	80,93	+ 1	80,94
28.	Ebendaselbst	20	28 2. 4	5412	80,93		80,93
31.	Pierrelate	19	28. 1. 2	5394	80,82	+ 3	80,85
Aug. 1.	Auriol	19 ½	28. 11. 0	5360	80,72		80,72
2.	St. Valier	17 ½	27. 10. 0	5344	80,68	— 2	80,66
4.	Lyon	15 ½	27. 9. 7	5335	80,64	— 2	80,62
6.	Ebendaselbst	16	27. 9. 7	5335	80,62	— 2	80,62
Jul. 6.	Monluel	15 ½	27. 6. 13	5293	80,47	— 2	80,45
7.	Lyon	15	27. 6. 8	5288	80,47	— 4	80,43
5.	Embournay	15	27. 5 11	5276	80,35	+ 3	80,38
Aug. 7.	Sardon.	19	27. 5. 3	5267	80,31	+ 4	80,35

Sept.	29	Genf	19	27. 1. 14	5214	80,16	— 3	80,13
	6	Ebendaselbst	14 3/4	27. 0. 15	5199	80,10	— 3	80,07
Jul.	3	Ebendaselbst	12 1/2	27. 0. 9	5193	80,04		80,04
Octob	20	Ebendaselbst	5	26. 4. 15	5071	79,60	— 7	79,53
Sept.	16	Monetier auf Saleve	14	26. 3. 15	5055	79,50	— 4	79,46
Nov.	20	Genf	2 1/2	25. 11. 7	4983	79,19	— 3	79,16
Aug.	26	Abtey Sixt	16 1/4	25. 11. 4	4980	79,13	+ 1	79,14
Nov.	20	Genf	2	25. 11. 2	4978	79,15	— 2	79,13
Sept.	16	Grange des Arbres, Saleve	13 3/4	24. 10. 9	4777	78,20	+ 5	78,25
	16	Grange Tournier, ebend.	16 1/4	24. 5. 15	4703	77,80	+ 11	77,91
	21	Grange des Fonds, Sixt	15	24. 1. 1	4625	77,45	+ 10	77,55
	22	Weg auf Grasse-Chevre, eb.	10 1/2	23. 8. 2	4546	77,18		77,18
Aug.	26	Grange des Communes, eb.	8	23. 4. 6	4486	76,89	+ 1	76,90
Sept.	22	Grasse-Chevre, ebend.	10	22. 11. 14	4414	76,54	+ 1	76,55
	25	Plan-de-Lechaud, ebend.	5 1/4	21. 10. 7	4199	75,47	+ 1	75,48
	—	ebend. (Nachm.)	11	21. 10. 2	4194	75,47	— 2	75,45
Aug.	25	Grenairon	10 1/4	20. 4. 15	3919	73,93	+ 7	73,99
Sept.	25	Gletscher Buet	6 1/2	19. 7. 15	3775	73,21	— 2	73,19

963.

963. Obgleich die im Jahr 1762 von mir angestellten Beobachtungen aus oben angeführten Ursachen nicht so viel regelmäßiges zeigen, als die vorhergehenden, so will ich sie dennoch mittheilen: weil man darinn aller ihrer Abweichungen ohngeachtet dennoch das nemliche **Gesetz** entdecken wird.

Der **Fundamentalabstand** des Thermometers, das ich damals gebrauchte, hatte 816, 8 Theile meiner **Scale** (451 b). Um also die Beobachtungen nach eben der Formel, wie die vorigen zu berechnen, veränderte ich ihren ersten Ausdruck nach der Verhältniß 816, 8 zu 80,00. Folgende Tafel enthält die Vergleichung der Beobachtungen mit der Regel.

Tafel über meine Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers im Jahr 1762.

Tage	Orte der Beobachtung	Barometerhöhe	In 16th. der Linie.	Beobachtete Wärme des sied. Wassers.	Unterschied in 100th. eines Grades	Wärme des sied. Wass. nach der Regel
Jul. 21.	Genua	28. 5.	5456	81,08	+ 3	81,11
Aug. 11.	Turin	27. 6. 7/16	5282	80,39	+ 2	80,41
May. 26.	Ebendaselbst	27. 4. 12	5260	80,39	− 7	80,32
Aug. 15.	Chambery	27. 3. 11	5243	80,19	+ 6	80,25
May. 21.	St. Ambroise	27. 1. 11	5211	80,10	+ 2	80,12
Aug. 12.	Ebendaselbst	27. 1. 9	5209	80,00	+ 11	80,11
15.	Aiguebelle	27. 1. 8	5208	79,90	+ 21	80,11
16.	St. Felix	27. 0. 5	5189	80,00	+ 3	80,03
16.	Annecy	26. 10.	5152	80,00	− 13	79,87
May 18.	La Chambre	26. 9. 3	5139	79,79	+ 3	79,82
14.	Genf	26. 9. 2	5138	79,61	+ 20	79,81
20.	Suze	26. 8. 14	5134	79,70	+ 10	79,80

Tage	Orte der Beobachtung	Barometerhöhe	In 16th. der Linie.	Beobachtete Wärme des sied. Wassers.	Unterschied in 100 th. eines Grades	Wärme des sied. Wass. nach der Regel
Aug. 14.	La Chambre	26. 7. 2	5106	79,70	— 2	79,68
17.	Crozeille	25. 10 5	4965	79,02	+ 6	79,08
14.	St. Michel	25. 9. 9	4953	78,92	+ 11	79,03
May 20.	La Novalaise	25. 9. 9	4953	79,02	+ 1	79,03
Aug. 13.	Ebendaselbst	25. 7. 11	4923	78,82	+ 8	78,90
May 19.	Modane	25. 0. 4	4804	78,53	— 16	78,37
Aug. 14.	Ebendaselbst	24. 9. 0	4752	78,33	— 20	78,13
13.	Braman	24. 3. 0	4656	77,74	— 5	77,69
May 19.	Lans-le-Bourg	24. 1. 14	4638	77,81	— 23	77,61
Aug. 13.	Ebendaselbst	23. 10. 12	4588	77,35	+ 3	77,38
13.	Ferriere (Mont-Cenis)	23. 10. 1	4577	77,45	— 12	77,33
May 20.	Grand-Croix (ebend.)	22. 9. 4	4382	76,47	— 7	76,40
Aug. 13.	Ebend.	22. 7. 2	4338	76,28	— 10	76,18
—	Tovet-dessus (ebend.)	21. 11. 4	4212	75,60	— 6	75,54

964. Ich habe schon einigemal von einer Beobachtung dieser Art geredet, die Herr **le Monnier** auf dem **Canigou** angestellet, und mit einer andern zu **Perpignan** gemachten verglichen hat, und von meinem Wunsche, dieselbe an einem eben so hohen Orte wiederholen zu können. Ich habe sie nun auf einer noch größern Höhe gemacht, denn der **Canigou** ist über die Fläche des mittelländischen Meeres nur um 1453 Toisen erhaben (280): die Felsen aber, bey welchen ich auf dem **Gletscher Buet** beobachtet habe, liegen 1526 Toisen über dieser Fläche (937 und 938). Man kann also nicht mehr annehmen, daß der Unterschied, der sich noch zwischen des Herrn **le Monnier** und meinen Beobachtungen findet, von der Verschiedenheit der Höhen herrühre. Die Vergleichung, die ich anstellen will, soll eine bloße Anwendung meiner Regel auf des Herrn **le Monnier** Beobachtung seyn.

Die Barometerhöhe zu **Perpignan** war 28 Zoll 2 Lin., und also würde meiner Regel zu folge mein Thermometer im **siedenden Wasser** auf 80, 92 gestanden haben: dagegen auf dem **Canigou**, wo die Barometerhöhe nur 20 Zoll, 2 $\frac{1}{1\frac{1}{2}}$ Lin. war, auf 73, 74. Es wäre also von einem Standpunkte zum andern um 7, 18 gefallen. Allein nach der Beobachtung des Herrn **le Monnier** (449 e.) fiel es um 7, 80. Eine solche Abweichung würde mir bey meinen Beobachtungen sehr beträchtlich scheinen, weil ich meine Werkzeuge auf einen so hohen Grad der Vollkommenheit gebracht habe: allein bey Herrn **le Monnier** wundere ich mich gar nicht darüber, wenn ich mich an die Werkzeuge, die er damals gebrauchen konnte, erinnere. Auch glaube ich vor-

nemlich, daß er auf dem Canigou nicht alle nöthige Bequemlichkeit gefunden habe, das Wasser zu kochen, und daß es daher nicht alle die Wärme erlangt habe, deren es fähig gewesen wäre: ich weiß, was für Mühe es mir gekostet hat, in dieser Höhe und in freyer Luft, ein hinreichendes Feuer zu unterhalten (903.). Ist diese Vermuthung gegründet, so hat man dadurch den Unterschied der Wärme des siedenden Wassers zwischen Perpignan und dem Canigou nothwendig zu groß finden müssen.

Berichtigung des Siedpunkts am Thermometer.

965. Da das Gesetz, nach welchem die Wärme des siedenden Wassers im Vergleich mit dem Fallen des Barometers abnimmt, einmal gefunden, und auf eine so einfache Formel, als die meinige, gebracht ist, so ist es leicht, es auf die Berichtigung des Thermometers anzuwenden, wie ich sogleich zeigen will.

Wenn man auf der Thermometerröhre den Eispunkt und den Siedpunkt für eine beobachtete Barometerhöhe mit Fäden bemerkt, und beyde Punkte auf das Bret des Thermometers übergetragen hat, so nehme man $\frac{99}{2000}$ des Logarithmen der beobachteten in Sechszehntheilen einer Linie ausgedrückten (961. Anm. (e)) Barometerhöhe, und ziehe davon 10387 ab; so erhält man in 100theilen eines Grades, die Größe des Abstands der beyden auf das Bret getragnen Punkte, oder des Ueberschusses der Temperatur des siedenden Wassers über die des Eises. Man

messe

messe endlich, auf einem Maaßstabe von tausend Theilen den Abstand der beyden auf dem **Brete** bezeichneten Punkte, und setze: Wie die durch die Rechnung gefundene Anzahl von **Hunderttheilen eines Grades**, zu der nach dem Maaßstabe gefundenen Größe des Abstands: so verhält sich die Anzahl der 100theile, um welche die **beobachtete Wärme des siedenden Wassers** von 80,00 (als welche der Barometerhöhe 27 Zoll zugehört) abweicht, zu eben dieser Abweichung in Theilen des Maaßstabes. Ist diese Abweichung Ueberschuß, so zieht man sie von dem auf dem Brete bemerkten Abstande ab, und zwar auf der Seite des **Siedpunkts**; im entgegengesetzten Falle setzt man sie auf eben dieser Seite hinzu. Ich will ein Beyspiel davon geben.

966. Ich nehme an, die beyden Punkte sind auf das Bret des Thermometers verzeichnet, und während der Beobachtung des **siedenden Wassers** hat das Barometer 25 Zoll 11 $\frac{2}{16}$ Lin. gestanden (wie es sich bey der Beobachtung vom 20 Nov. 1770. fand, die in einer von meinen obigen Tafeln stehet). Diese Barometerhöhe beträgt $^{4}\frac{9}{1}\frac{7}{6}{}^{8}$ Lin.; der **Logarithme** von 4978 findet sich aus den Tafeln 36970549, und $\frac{2}{2}\frac{9}{0}\frac{9}{0}\frac{9}{0}\frac{9}{0}$ desselben — 10387, sind 7913; wofür man 79,13 nehmen muß. Diese Zahl ist um 0,87 kleiner als 80,00. Ich nehme ferner an, man habe den Abstand der beyden auf das Bret verzeichneten Punkte gemessen, und 1000 Theilen eines gewissen Maaßstabs gleich gefunden. So mache man folgende Proportion 7913: 1000 = 87: 11; woraus man sieht, daß der **Punkt** der beobachteten **Wärme des siedenden Wassers**, um 11 Theile meines Maaßstabs niedriger stehe, als er ste-

hen würde, wenn die Barometerhöhe 27 Zoll gewesen wäre. Man rücke also den **Siedpunkt** auf dem Brete des Thermometers um 11 Theile des Maaßstabs höher. Nun macht der Abstand dieses neuen Siedpunkts vom Eispunkte dasjenige aus, was ich den **Fundamentalabstand** des Thermometers nenne (451 d.), den man in 80 Theile theilen muß, um das **gemeine Thermometer** zu haben; oder in irgend eine andere Anzahl von Theilen, welche zu dem besondern Gebrauche, zu dem man das Thermometer bestimmt, die bequemste ist. (453 k.)

Es wäre unnöthig, ein besonderes Beyspiel für den Fall zu geben, wo die Barometerhöhe über 27 Zoll beträgt: man sieht deutlich, daß er nur darinnen von dem vorigen unterschieden ist, daß die Anzahl von Theilen des Maaßstabs, die den Unterschied der beobachteten Wärme des siedenden Wassers von 80,00 ausdrückt, von dem Abstande der beyden auf das Bret des Thermometers verzeichneten Punkte, auf eben die Art muß hinweggenommen werden, auf welche ich sie im vorigen Falle hinzugesetzt habe.

Dieß ist die Berichtigung des **Siedpunkts** am Thermometer, die aus meinen letzten Beobachtungen folgt, und an die Stelle derjenigen gesetzt werden muß, die ich oben (451 f.) angegeben habe. Sie bestimmt den **Fundamentalabstand** des Thermometers mit aller der Genauigkeit, die man für die feinsten Beobachtungen verlangen kann.

Siebentes Capitel.

Erste Gedanken über die physischen Ursachen des Gesetzes, nach welchem die Wärme des siedenden Wassers im Vergleich mit dem Fallen des Barometers abnimmt, auf meinen ersten Versuch gegründet.

967. Da ich auf diese Art durch eine so bequeme und genaue Formel, für jedes Thermometer, an welchem Orte es auch verfertiget seyn mochte, den Punkt finden konnte, der der **Wärme des siedenden Wassers für die Barometerhöhe von 27 Zollen** zukam, so hatte ich meine erste Absicht, die Verbesserung des Thermometers, erreicht, und wollte meine Untersuchungen abbrechen. Allein das sonderbare dieser **Formel** lag mir stets im Sinne, und ich that mir oft die Frage: „Was für eine Ursache muß es „wohl seyn, die in der Wärme des siedenden Wassers „ein **Gröstes** hervorbringt, das dieselbe bey einer„ley Zustande der Luft nicht überschreiten kann, und „dessen Veränderungen, bey verändertem Zustande der „Luft, in harmonischer Reihe fortgehen, wenn die zuge„hörigen Barometerhöhen in arithmetischer Reihe „genommen werden?“ Ich stellte mir das Wasser im Zustande des **Siedens** vor, und betrachtete es von allen Seiten; auch untersuchte ich die Luft nach allen ihren Verhältnißen zu diesem Wasser. Allein meine Einbildungskraft ermüdete sich lange Zeit umsonst, ohne doch diesen Gegenstand aufgeben zu können.

968. Endlich fiel ich unvermuthet auf einen Umstand, der meiner Aufmerksamkeit bisher entgangen war, und der mir schon auf den ersten Blick so wich-

tig

tig bey dieser Erscheinung vorkam, daß ich nun gewiß hofte, ihre Ursachen zu entdecken. **Wasser**, das in freyer Luft **kocht**, bekömmt seine Wärme nur von einer Seite her, und verliert davon unaufhörlich etwas auf der von der Luft berührten Seite. Dieser **Verlust** der **Wärme** zog meine Aufmerksamkeit auf sich: ich erkannte ihn sogleich für allzubeträchtlich, als daß er nicht einen merklichen Einfluß auf die Bestimmung des **Grösten** in der Wärme des siedenden Wassers haben sollte. Man kann nicht in Zweifel ziehen, daß dieser Verlust groß sey, wenn man überlegt, daß das Wasser im **Sieden** unaufhörlich in die Luft aufwallt, die allezeit weit weniger Wärme hat, und ihr bey diesem Aufwallen eine grosse Oberfläche darbietet. Wenn es aber beständig einen beträchtlichen Theil der **Wärme** verliert, und doch zugleich diejenige, die es übrig behält, unveränderlich ist, so muß das gesuchte **Gröste** der gröste Ueberschuß des **Zuwachses** der Wärme über den **Verlust**, bey einerley Zustande der Luft seyn. Man müste also untersuchen, ob die Veränderungen im Zustande der Luft auf den **Zuwachs** und den **Verlust** der Wärme gleichen Einfluß haben.

969. Was den **Zuwachs** anbetrift, so schien es mir sehr natürlich, zu glauben, daß sein Wachsthum dem Wachsthum des Drucks der Luft proportional sey. Eben deswegen schienen mir die Resultate meiner ersten Versuche so sonderbar, weil ich die Sache nur allein von dieser Seite betrachtete. Aber der **Verlust** kann einem andern Gesetze folgen, und dahin musten sich nunmehr meine Untersuchungen richten.

970.

970. Ich habe oben (676 u. f.) viele Gründe angegeben, die es wahrscheinlich machen, daß die eigentliche **Luft** sich gar nicht mit dem **Feuer** vermische, sondern dasselbe in den Körpern eingeschlossen halte. Ich habe daraus, meiner Meinung nach sehr natürlich, einige Erscheinungen erklärt, deren Erklärungen aus andern Ursachen mich nicht befriedigt hatten. Da **Luft** und **Feuer** beyde **elastisch**, d. i. (nach der Meinung vieler großen Naturforscher, die auch mir die wahrscheinlichste ist) aus Theilen zusammengesetzt sind, die sich in einer heftigen Bewegung befinden (286 u. f.), so stelle ich mir vor, daß sich die Theilchen beyder Materien, wenn sie einander begegnen, wechselseitig zurückstoßen, eben wie sie einander in jeder dieser Materien für sich allein betrachtet, zurückstoßen. Das **Feuer** aber, welches weit feiner, als die **Luft** ist, geht leicht durch die Zwischenräume der letztern; und dieß in desto größerer Menge, je **dünner** die **Luft** ist.

Ein Beyspiel einer ähnlichen Wirkung (wo nicht gar eben derselben, nur in sichtbarer Gestalt) findet sich in dem Verhalten der **Luft** und der **Dünste** gegen einander. **Feuer** mit **Wasser** verbunden, macht die **Dünste**, eine Materie welche noch einen Theil der **Federkraft** des **Feuers** behält. Hier kann man es mit Augen sehen, daß diese neue hervorgebrachte Materie gegen die **Luft** stößt, und schwer in ihre Zwischenräume eindringt; denn wenn man **Wasser** in einem Gefäße, das eine enge Oefnung hat, in **Dünste** verwandlet, so jagen diese die Luft fast gänzlich heraus (*f*).

Wenn

(*f*) In einer Abhandlung des Herrn Cigna über die durch das Ausdünsten hervorgebrachte Kälte findet,

Wenn sich also elastische flüßige Materien einander wechselsweise zurückstoßen: und wenn insbesondere die Luft der Ausbreitung des Feuers in der Verhältniß ihrer Dichte widersteht: so folgt daraus, daß Körper, die sich erkälten, ihre Wärme um so viel schneller verlieren müßen, je geringer die Dichte der sie umgebenden Luft ist.

971. Ich kann zum Vortheil dieser Hypothese das plötzliche Verlöschen der Kohlen und Flamme unter der Glocke der Luftpumpe anführen. Ich kann mich noch überdieß auf die Versuche berufen, welche Herr **Muschenbroek** mit verschiedentlich erwärmten Stangen von verschiedenen Metallen gemacht hat, deren **Erkältungen** oder **Verdichtungen** im **leeren Raume** und in der **Luft** er vermittelst zweyer vollkommen ähnlicher **Pyrometer** vergleicht (*g*). Man sieht aus demselben, daß sich **Eisen, Stahl, Meßing, Kupfer** und **Bley** im **leeren Raume** schneller, als in der **Luft** erkältet haben, so lange bis die unter der Glocke zurückgebliebne Wärme den ersten Zustand des **Mittels** verändert hat (*h*).

Aber

det man unter andern vortreflichen Bemerkungen auch die, welche ich eben über die Wirkung der Luft und der Dünste aufeinander gemacht habe. Er braucht sie daselbst, um deutlich zu zeigen, daß die Ausdünstung nicht durch Vermittelung der Luft geschehe, wie einige Naturforscher gedacht haben, weil ihr die Luft sogar widerstehe; sondern daß sie bloß durch die Wirkung des Feuers geschehe. (Miscell. Taurinens. Tom. II. p. 154).

(*g*) Ternamina experimentorum naturalium. Viennae. 756. 4to. P. II. p. 54. sqq.

(*h*) Dieß scheint im Widerspruche mit demjenigen zu stehen, was eben dieser Schriftsteller in seiner Physik §. 959. sagt,

und

Aber ich habe bey dem Gegenstande, den ich jetzt behandle, nicht nöthig, mich auf die Frage von der **Erkaltung** der Körper überhaupt einzulassen, welche und was nach ihm so oft schon ist wiederholet worden, daß das Eisen im leeren Raume länger warm bleibe, als an der Luft. Allein es sind dieß zwo ganz verschiedene Dinge, und ich bin diesem Einwurf schon im Texte zuvorgekommen, indem ich die Zeit, zu welcher die unter der Glocke zurückbleibende Wärme den Zustand des Mittels ändert, von derjenigen unterscheide, zu welcher noch die Temperatur unter der Glocke und ausser derselben einerley war. Bey dem angeführten Versuche des Herrn **Musschenbroek** erkalteten während des ersten Theils der Zeit alle Metalle, auch das Eisen im leeren Raume schneller, als in freyer Luft; zuletzt aber kamen die Erkaltungen in freyer Luft denen im leeren Raume näher. Indessen behielt doch das Kupfer bis zu Ende des Versuchs eine schnellere Erkaltung im leeren Raume, als in freyer Luft: Messing und Bley kamen in beyden Mitteln zu gleicher Zeit auf einerley Temperatur; und nur Eisen und Stahl wurden zuletzt in freyer Luft schneller kalt, als im leeren Raume. Diese Verschiedenheiten können von der verschiedenen Natur dieser Metalle, oder von der Unvollkommenheit der Pyrometer herkommen, verbunden mit der Erhaltung der Wärme unter der Glocke, die allen Versuchen gemein ist.

Durch diese Erhaltung der Wärme unter luftleeren Glocken läst sich noch ein Versuch des Herrn Cigna erklären, der sonst meinem System zu widersprechen scheint. Dieser sinnreiche Naturforscher schloß die Kugel eines Queckſilberthermometers in eine Glaskugel ein, aus der er die Luft auspumpen konnte. Nachdem er dieselbe wirklich herausgezogen hatte, setzte er die Kugel in siedendes Wasser, und als das Thermometer auf 70 Grad der Scale stand, die er die Reaumurische nennt, senkte er die Kugel in Wasser, das die Temperatur der äußern Luft hatte, welche 10 Grad war. Das Thermometer fiel in $14\frac{1}{4}$ Min. bis auf 20 Grad.

welche sich aus den Versuchen, die wir mit unsern Werkzeugen machen, schwerlich beantworten läßt, weil die Einschließung der Körper in Behältniße die **Erhaltung** hindert, und das **Feuer** mit so großer Verschiedenheit auf Körper von verschiedener Natur wirkt. Es kömmt hier nur auf das **Erkalten** des **Wassers** an. Von diesem ist es in der Experimentalphysik bekannt genug, daß es im **leeren Raume** schneller, als an der Luft erkaltet, und dieß ist hier genug. Doch ehe ich mich darauf einschränke, diesen Umstand von dem Erkalten des Wassers bloß als eine Thatsache anzunehmen, will ich noch etwas über die Theorie sagen, aus der derselbe herzufließen scheinet.

972. Diejenigen, welche sich mit der Ursache dieses Umstands beschäftiget haben, haben ihn bloß von einer stärkern **Ausdünstung** hergeleitet. Ich hingegen halte vielmehr die stärkere Ausdünstung für eine Folge der stärkern **Erkältung**, diese aber für die Wirkung der geringern Dichte der Luft. Dieß hängt nach meinem System mit der Erklärung einer sehr wichtigen Erscheinung, nemlich des **Erkaltens** der

Grad. Er ließ die Luft wieder hinein, und wiederholte den Versuch. Nun fiel das Thermometer von 70 bis 20 Grad in $9\frac{1}{2}$ Min. (Miscell. Taurin. Tom. II. p. 164).

Wenn ich hier bloß auf die Kugel des Thermometers sehe, so ist es wahr, daß sie an der Luft schneller als im leeren Raume erkaltete. Aber ich glaube, man kann den Versuch von einer ganz andern Seite ansehen. Ich finde hier zwo Glaskugeln, eine voll Luft, die andere luftleer, beyde auf einerley Grad erwärmt: die erste hat sich im Vergleich mit dem Thermometer schneller, als die letztere abgekühlet. Dieß ist meinem System nicht zuwider, sondern scheint es sogar zu begünstigen.

der ausdünstenden Liquoren zusammen, und ich stelle mir die Sache so vor.

Die **Feuertheilchen**, welche in beständiger Bewegung sind, setzen ihren Umlauf zwischen den festen und flüßigen Theilen und der Luft, die einander berühren, ohne Aufhören und selbst an den Orten fort, an welchen sich die **Temperatur** nicht verändert. Wären alle diese Körper von solcher Beschaffenheit, daß das Feuer eben so leicht in sie eindringen könnte, als es aus ihnen herausgeht, so würde jedes Körpers Wärme der **Wärme** der anliegenden gleich seyn. Aber wenn einer von diesen Körpern so beschaffen ist, daß das **Feuer** bey diesem seinen beständigen Umlaufe es leichter findet, heraus als hineinzugehen; so ist klar, daß dieser Körper weniger **Wärme** als die andern haben muß. Dieß ist nun der Fall bey flüßigen Materien: denn aller der Leichtigkeit ohngeachtet, mit welcher sie das **Feuer** durchdringt, geht es doch noch leichter aus ihnen heraus. Wenn das **Feuer** in einen flüssigen Körper geht, so stößt es die Theilchen von aussen nach innen, und leidet also den Widerstand, den sie thun, wenn sie zwischen einander hinein gleiten sollen: wenn es aber herausgeht, so stößt es die letzten Theilchen von innen nach aussen, und nimmt sie also mit sich. Auf diese Art entsteht die **Ausdünstung**. Es geht also auch das **Feuer** leichter aus den flüßigen Materien heraus, als es hineingeht; woraus denn folgt, daß jeder **ausdünstende** Liquor weniger **Wärme** als die ihn umgebende Luft haben, und daß dieser Unterschied um desto größer seyn müsse, je weniger Widerstand das **Feuer** findet, die Theile der flüßigen Materie loßzureissen und mit sich zu füh-

ren; oder je weniger die **Luft** seiner Wirkung wiederstehet; oder je größer endlich die Oberfläche des **ausdünstenden** Liquors im Vergleich mit seiner Masse ist. Also muß ein sehr **flüchtiger** Liquor unter einer **luftleeren** Glocke, mit dem man nur ein wenig Leinwand befeuchtet hat, im Falle der größten **Erkältung** seyn (*i*). So zeigt es auch die Er-

(*i*) Wenn diese Erklärung des Erkaltens ausdünstender Feuchtigkeiten einiges Verdienst hat, so muß ich gestehen, daß sie mir nicht gänzlich zugehört. Sie fiel mir ein, als ich bey einem Schriftsteller über eben diese Materie die Frage laß: „Ob nicht vielleicht die „Wärme mehr Schwierigkeit finde, in flüßige Materi„en einzudringen, als aus ihnen herauszugehen?“ Ich verband diesen Begrif mit denen, die ich schon über die Mittheilung der Wärme zwischen der Luft und den Körpern, die sie umgeben, hatte, und fand daraus diese Erklärung. Ich wünschte den Schriftsteller, dem ich sie schuldig bin, anführen zu können, aber alle meine Bemühungen, die Stelle wieder aufzufinden, sind vergebens gewesen.

Seitdem habe ich noch einen ähnlichen Gedanken in der Abhandlung des Herrn **Cigna** gefunden, die ich in der vorigen Anmerkung angeführt habe: er sucht die Ursache der Erkältung durch die Ausdünstung darinn, daß die Wärme flüchtiger Liquoren sich durch die Ausdünstung schneller zerstreue, als dieser Verlust durch die Wärme der angränzenden Körper ersetzt wird. (Misc. Taur. To. II. p. 164.)

Herr Cigna nimmt auch die Zerstreuung der Wärme bey der Erklärung des Größten in der Wärme des siedenden Wassers zu Hülfe, aber er schreibt ihr mehr Einfluß zu, als ich, und macht aus ihr eine Ursache des Kochens selbst. Eine flüßige Materie kocht, sagt er, wenn ihre Ausdünstung durch die Ver-

Erfahrung. Wir haben besonders wichtige Versuche dieser Art von Herrn **Baumé** zu Paris (*k*), die den ächten Kennern und Liebhabern der Naturlehre eine sehr angenehme Erscheinung gewesen seyn müssen: denn wohl angestellte und mit der gehörigen Verschiedenheit abgeänderte Versuche über Gegenstände, bey denen die Natur eine gewiße Zurückhaltung zu beobachten scheint, sind ein reichhaltiger Stof zu den schönsten Untersuchungen.

973. Ich gestehe es, diese Theorie der **Erkältung** der Körper in dichterer oder dünnerer Luft, hat noch ihre Schwierigkeiten wegen der großen Verschiedenheit der Wirkungen des Feuers auf Körper von verschiedener Art. So weiß ich z. B. nicht, ob wir uns von dem, was wir **Gleichheit** oder **Unterschied** der **Wärme** bey Körpern von verschiedner Beschaffenheit nennen, die rechten Begriffe machen, sobald wir über den Schein, oder die Anzeigen des Thermometers hinausgehen. Es ist wohl nicht wahrscheinlich, daß verschiedene Körper, die wir **gleich warm** nennen, weil sie das Thermometer auf einerley Grad halten, deswegen auch einerley

mehrung der Wärme bis dahin verstärkt wird, daß sie eben so viel Wärme zerstreut, als hinzukömmt (*vt tantum caloris dissipet, quantum adiicitur*. p. 161.)

(*k*) *Mémoires présentés à l'Acad. roy. des sc. de Paris.* 4to To. V. p. 425. Als ich diese Abhandlung bey Gelegenheit meiner Versuche nachschlug, fand ich, daß Herrn Baumé die seinigen auf eine Meinung geführt haben, die viel ähnliches mit meinen Gedanken über die Verminderung der Wärme des siedenden Wassers beym Fallen des Barometers hat, ob sie gleich auf ganz andere Gründe gebaut ist.

Menge **Feuer** bey gleichem Volumen, oder gar bey gleichen Massen in sich haben. Wir wissen nicht, ob es nicht Körper giebt, die gegen das Feuer **indifferent** sind, d. h. in deren Zwischenräumen sich das Feuer nur in dem Maaße aufhält, in welchem es sich in jedem freyen Raume ausbreitet; da hingegen eine andere Art Körper das Feuer **zurückstößt**, und eine dritte es **anzieht**. Ueberhaupt halte ich die **Gleichheit der Wärme** in Körpern von verschiedner Natur für nichts anders, als für eine gleiche Abneigung, ihr **Feuer** aus sich zu lassen, und neues dafür anzunehmen.

974. Ich begnüge mich hier mit diesem flüchtigen Abriß der Theorie, deren Grundsätze mich in meinen **Untersuchungen** über den **Unterschied der Wärme** des **siedenden Wassers** geleitet haben: und will nun den Satz, der daraus herfließt, bloß als einen Erfahrungssatz betrachten, daß nemlich das **Wasser**, wenn es **wärmer** ist, als die **Luft**, seinen Ueberschuß an Wärme desto schneller verliert, je geringer die Dichte der Luft ist. Es folgt daraus, daß sich der **Verlust** an **Wärme**, den das siedende Wasser unaufhörlich erleidet, umgekehrt, wie die **Dichte** der **Luft** verhalte.

975. Wenn man nun diesen Satz mit demjenigen vereiniget, was ich oben von der Größe dieses **Verlusts** gesagt habe, so lassen sich daraus sogleich zwo allgemeine Folgen ziehen.

1. Daß die **Verminderung** der **Wärme** des **siedenden Wassers** beym **Fallen** des Barometers nicht ganz allein davon herkomme, daß sich das Wasser bey einem geringern **Drucke** der **Luft** weniger

niger **erhitzet**; sondern daß sie zum Theil auch davon herrühre, daß es von der **Wärme**, die es von der einen Seite **erhält**, in einerley Zeitraume **mehr verlieret**, wenn es auf der andern an eine **verdünntere** Luft stößt.

Und daß dieser **Verlust** an Wärme, weil er sich umgekehrt wie die **Dichte** der **Luft** verhält, in **harmonischer Reihe** fortgehen müße, wenn diese **Dichte** in **arithmetischer Reihe** abnimmt.

Ich muß aber bemerken, daß diese **harmonische Reihe** nicht eben diejenige ist, welche ich durch meine Versuche gefunden habe, und von der ich die physische Ursache suche. (967.) Denn was ich gefunden habe, ist dieß, daß die **Unterschiede** der **Wärme des siedenden Wassers** in **harmonischer Reihe** fortgehen, wenn die **Barometerhöhen** in **arithmetischer** genommen werden: jetzt aber sind es die Größen des **Verlusts** an **Wärme** selbst, nicht die **Unterschiede**, die eine **harmonische Reihe** ausmachen, wenn man die **Dichten** der Luft in **arithmetischer** annimmt.

Aber die **Unterschiede** der **Größen des Verlusts an Wärme**, den das **siedende Wasser** bey den verschiednen Graden der **Dichte** der **Luft** erleidet, sind nicht die einzige Ursache der ganzen **Unterschiede** seiner **Wärme** bey verschiednen Barometerhöhen: ein Theil dieser ganzen **Unterschiede** kömmt auch aus der Verschiedenheit des **Drucks** der **Luft**; weil nemlich das **Wasser** vor dem **Kochen** desto mehr **Wärme** einnimmt, je stärker es gedrückt wird, und umgekehrt: und dieser Theil der

ganzen **Unterschiede** der Wärme des siedenden Wassers muß den Unterschieden des **Drucks** proportional seyn (969.). Wir haben also zwo **Reihen** Glied für Glied zu add en; die **Reihe** der **Unterschiede** der **harmonischen Progression** der **Größen des Verlusts an Wärme**; und die **Reihe** der **Unterschiede** der **arithmetischen Progression der Größen des Zuwachses der Wärme**: diese beyden **Reihen** können so beschaffen seyn, daß die Summen ihrer zusammengehörigen **Glieder** bey der Beobachtung wiederum **ziemlich genau** Glieder einer **harmonischen Reihe** geben, wie ich durch die Erfahrung gefunden habe.

2. Ist es eine nothwendige Folge aus eben diesen Grundsätzen, die mit der vorhergehenden aufs genauste verbunden ist, daß das **Wasser** einen merklich größern **Grad** der **Wärme**, ohne zu **kochen**, annehmen könne, als der, den es in freyer Luft beym **Kochen** selbst annimmt.

976. Von dieser letztern Folge hatte ich schon einen deutlichen Beweiß in einer Erfahrung, die ich im vorigen angeführt habe, ohne sie jedoch damals erklären zu können. Ich meine die **Weingeistthermometer**, welche die **Hitze des siedenden Wassers** ertragen (423 c) obgleich der Weingeist in einem ofnen Gefäße bey einem weit geringern Grade der Wärme kocht (443 e). Bey Gelegenheit meiner neuen Gedanken über das **Kochen** erinnerte ich mich an diese besondere Erscheinung, und ward überzeugt, daß der in die Thermometer eingeschloßene **Weingeist** nur darum, ohne zu kochen, einen größern Grad der Wärme, als in ofnen Gefäßen, erträgt, weil er in den letztern nach und nach

einen großen Theil der Wärme verliert, die er von dem Feuer erhält: in den Thermometern aber fast gänzlich von der Ursache, die ihn erwärmt, umgeben ist, und die Luft nur mit dem äußersten Ende einer sehr dünnen Säule berührt, und also ziemlich alle seine empfangene Wärme behält. Ich sahe also diese Erscheinung als die erste Bestätigung meiner Meinung über die Menge der zum Kochen des Wassers nöthigen Wärme an.

977. Als ich mir dieß System entwarf, war ich bey einem meiner Freunde auf dem Lande: aber hier, wo mir die Muße die ersten Gedanken an dasselbe eingegeben hatte, war ich mit keinem der Werkzeuge versehen, die mir anfänglich zu Prüfung derselben nöthig schienen. Aber meine Ungeduld ließ mich bald ein Mittel finden, die Natur zu Rathe zu ziehen.

Sollte mein System gegründet seyn, so mußte, wie ich eben gesagt habe, das **Wasser, ohne zu kochen**, einen weit höhern Grad der **Wärme** ertragen können, als der Grad des in freyer Luft **kochenden Wassers** ist. Zugleich aber, wenn der Unterschied zwischen diesen beyden Graden der Wärme merklich war, folgte nothwendig, der Grad der Wärme des **siedenden Wassers** sey, wie ich gedacht hatte, der Ueberschuß der Wärme, die es **empfängt**, über die, die es **verliert**. Kurz, mein ganzes System ward eine Reihe von Folgen aus diesem ersten Erfahrungssatze, den ich also vor allen andern prüfen mußte.

Ich **kochte** daher **Wasser** bey einem starken Feuer. Ich tauchte in das Gefäß, worinnen sich

dieß Wasser befand, den einen Arm einer Feuerzange, um deren andern Arm ich glühende Kohlen legte. Das Ende des letztern fieng bald an zu glühen, und theilte dem übrigen Theile eben dieses Arms eine Wärme mit, deren stufenweise Abnahme meinem Zweck gemäß war. Ich ließ Wassertropfen auf diesen Arm längst an ihm herunterfallen: an den Stellen, die dem **Feuer** am nächsten waren, wurden sie mit großer Heftigkeit zurückgestoßen: höher oben blieben sie zwar hangen, kochten aber den Augenblick: und da ich nun noch weiter heraufstieg, fand ich endlich die Grenze der zum **Kochen** nöthigen **Wärme**; nemlich, ich fand nahe an einander liegende Punkte, an deren einem der Wassertropfen nur wenig kochte, an dem andern aber nicht mehr kochte, sondern nur mit großer Geschwindigkeit verdünstete.

978. Sobald ich auf diese Art gewiß war, den Grad der Wärme, den ich suchte, sehr geschwind finden zu können, so nahm ich die Zange hinweg, und drückte den Theil, der lange Zeit im **siedenden Wasser** gesteckt, und gewiß den Grad der **Wärme** desselben angenommen hatte, zwischen meine Finger. Ich konnte ihn einige Sekunden lang halten, ehe mir die Hitze unerträglich ward. Hierauf träpfelte ich Wasser auf den Andern Arm, suchte den Theil, wo die Tropfen zu kochen aufhörten, und wollte auch diesen anfassen: aber ich zog meine Finger bald zurück, denn diese Hitze war mir auf den ersten Augenblick unerträglich.

Ich wiederholte diesen Versuch einigemal, und versuchte bald die Hitze des siedenden Wassers, bald diejenige, die kaum noch zureicht, es zum

Sieden zu bringen, zuerst: aber die letztere war mir allezeit unerträglich, da ich doch die erste an der Zange stets einige Sekunden lang aushalten konnte. Dieser letzte Umstand scheint dem Begriffe zu widersprechen, den man insgemein von dem Eindruck des siedenden **Wassers** auf unsere Haut hat. Allein man muß bedenken, daß das Wasser weit genauer an die Haut anschließt, als ein fester Körper; und daß die innere Seite des Fingers durch die Uebung abgehärtet, und nicht so empfindlich ist, als ein anderer Theil der Haut.

Ich sah also aus diesem Versuche, so grob er auch immer angestellt war, deutlich, daß **die zum Kochen des Wassers nöthige Wärme**, oder, welches eben so viel ist, **die Wärme, die das Wasser erhalten muß, wenn es kochen soll**, merklich größer sey, als diejenige, **welche das in freyer Luft kochende Wasser in sich behält**: daß also das Wasser an der Luft den Unterschied dieser beyden Größen der **Wärme** verliere; oder, daß die Wärme, welche es behält, welche bey einerley Zustande der Luft eine beständige Größe ist, nichts anders sey, als **der Ueberschuß der empfangen Wärme über die verlohrne.**

979. Dieser erste Versuch bestätigte also den Haupttheil meiner Hypothese, und ich hatte nur noch zu untersuchen, was für ein Grad der Wärme bey einem gewißen Zustande der Luft, z. B. für die Barometerhöhe 27 Zoll, zum Kochen des Wassers nöthig sey.

Ich bin endlich zu dieser Entdeckung gelangt; ich bin sogar noch glücklicher gewesen, und habe den

Grad der Wärme gefunden, den das Wasser im leeren Raume erlangen kann: also habe ich die Wirkungen des Drucks und der Dichte der Luft besonders bestimmen können. Aber unter allen meinen Versuchen über das Thermometer hat mir keiner soviel Zeit gekostet, und soviel Ermüdung und Ungedult verursachet, als dieser. Ich werde mich hüten, meinen Lesern mit einer umständlichen Erzehlung davon beschwerlich zu fallen: aber das halte ich für nöthig, diejenigen Versuche anzuführen, die mir nach und nach Licht in meiner Untersuchung gegeben haben. In Beschreibung neuer Wege kann man nie zu sorgfältig seyn.

Achtes Capitel.

Versuche, um den zum Sieden des Wassers nöthigen Grad der Wärme zu bestimmen.

980. Bey den anzustellenden Versuchen mußte ich das Wasser größern Graden der Hitze aussetzen, als der Grad der **Wärme des siedenden Wassers** ist, die ich aber doch mußte abmessen können. Ich fiel sogleich darauf, zu dieser Absicht ein **Oel** zu gebrauchen, weil ich demselben alle die Grade der Wärme, deren ich nöthig hatte, mittheilen, und sie dann mit einem Thermometer abmessen konnte. Ich will also die allgemeine Art, deren ich mich bey allen meinen Versuchen bedienet habe, beschreiben.

981. Ich füllte ein Gefäß, dessen Durchmesser ungefehr 6 Zoll, und der Höhe beynahe gleich war, mit **Nußoel**, und stellte in dieses Oel ein Queckssilberthermometer fest, dessen Kugel frey, und die Scale bloß an der Röhre befestiget war. Diese Scale war zwischen dem **Eispunkte** und dem **Siedpunkte für die Barometerhöhe** 27 **Zoll** in 80 **Grade** getheilt. Des bequemern Ausdrucks halber will ich **Grade der Wärme**, solche Theile des Thermometers vom **Eispunkte** aus gerechnet, nennen. Achtzig **Grad** also ist bey mir die Wärme des siedenden Wassers für die Barometerhe 27 **Zoll**. So oft ich einen Versuch anstellen wollte, ließ ich das Oel langsam heiß oder kalt werden, und rührte es, wenn sich der Zeitpunkt der Beobachtung näherte, nach allen Richtungen ohne Ablassen um. Hierdurch erhielten die verschiednen in diesem Oele stehenden Körper, so viel möglich,

eben

eben den Grad der Wärme, den das mit ihnen ins Oel gesenkte Thermometer angab. Diese Vorsichtsregeln werden bey allen meinen Versuchen vorausgesetzt.

Erster Versuch.

982. Ich setzte das Gefäß, welches zu allen meinen Beobachtungen über die Wärme des siedenden Wassers gedient hat, mit der gewöhnlichen Menge Wasser in Oel. Dieses Oel umgab den ganzen Boden des Gefäßes, d. i. den Theil, der bey meinen Beobachtungen sonst der unmittelbaren Wirkung des Kohlenfeuers ausgesetzt gewesen war. Ein Queckſilberthermometer, das im Gefäße stand, zeigte mir die Temperatur des darinnen befindlichen Wassers an: diese war anfänglich, so wie die Temperatur der Luft, 6 Grad.

Ich unterhielt das Oel einige Stunden lang auf der Wärme von 80 Graden, oder nur sehr wenig darüber oder darunter. Das Wasser brachte zwo Stunden zu, ehe es seine größte Wärme, nemlich 59 Grad, erreichte: diesen Punkt überstieg es nicht, so lange das Oel nur 80 Grad Wärme behielt. Erhitzte sich das Oel stärker, so nahm auch die Wärme des Wassers zu: dagegen nahm sie ab, wenn das Oel ein wenig kälter ward: und wenn die Veränderungen der Wärme im Oele langsam vor sich giengen, blieb die Temperatur des Wassers in allen Theilen seiner Masse ziemlich einerley.

Dieser Versuch beweiset schon, daß eine Wassermasse eine gleichvertheilte und beständige, aber dennoch weit geringere Wärme haben könne, als die untheilbar angenommene Wasserschicht, die dem

Feuer

Feuer unmittelbar ausgesetzt ist. Aber noch läßt sich nichts bestimmtes davon sagen.

Ich machte noch andere Versuche mit kleinern Mengen von Wasser, die ich allezeit der Wärme von 80 Grad aussetzte, wovon ich nur soviel sagen will, daß der beständige Grad der Wärme des Wassers desto größer war, je weniger Wasser ich dazu nahm. Er veränderte sich aber, wie man gleich sehen wird, nur sehr wenig.

Zweyter Versuch.

983. Ich goß in mein Gefäß nur so hoch Wasser, als das Oel um dasselbe stand. Also verhielt sich die Fläche des Wassers, die durch das Gefäß die Wärme des Oels annahm, zu der, welche die Luft berührte, ohngefehr wie die runde Oberfläche einer Halbkugel zu der Fläche ihres größten Kreises: die erstere war also beynahe doppelt so groß, als die letztere.

Die beständige Wärme dieses Wassers, das ich eine lange Zeit hindurch der Wärme von 80 Grad ausgesetzt hatte, war nur 62 Grad. Sie war also nur 3 Grad größer, als diejenige, die das Wasser angenommen hatte, als es 6 Zoll und höher über der Oberfläche des Oels stand.

Der weitere Verfolg dieses Versuchs bey einer sehr langsamen Verstärkung der Wärme des Oels war dieser:

Wärme des Oels	Gleichzeitige Wärme des Wassers
97	71
102	74
	106

106	Man hörte ein schwaches, aber oft unterbrochenes Zischen im Wasser	76
109	Das Zischen ließ nicht mehr ab	77
112	Die Oberfläche des Wassers fieng an, aufzuwallen, und das Wasser kochte am Rande des Gefäßes	78¾
121	Das Wasser kochte völlig	80
	Bey einem langsamen Erkalten.	
120	Noch kochte das Wasser	80
119	Das Kochen ward schwächer	79¾
111.	Die Oberfläche des Wassers wallte noch auf.	78
108	Man hörte bloß ein Zischen	77
104	Das Zischen hörte auf	76

984. Dieser Versuch bewieß noch deutlicher, als der vorhergehende, wie sehr die Wärme einer Wassermasse, von der, die an sie, auch selbst mit einer großen Fläche, angebracht wird, unterschieden sey, wenn das Wasser an die Luft anstößt. Ich suchte aber darinn keine Bestimmung, weil ich wohl sahe, daß der Theil meines Gefäßes, der über das Oel hinausreichte, sehr heiß war, ob er gleich beständig an der Luft etwas von seiner Wärme verlohr, daß folglich die innere Fläche des Gefäßes, die das Wasser berührte, niemals die ganze Wärme der äußern Fläche, die an das Oel stieß, erreichen könnte. Auch war ich überzeugt, daß die Wasserschicht, welche unmittelbar die innere Fläche des Gefäßes berührt, nicht einmal alle die Wärme dieser Fläche behalte; weil sie diejenige, die sie bekömmt, sehr schnell der ganzen Wassermasse mittheilt.

985.

985. Inzwischen dachte ich immer nur noch an ähnliche Mittel, um den Grad der Wärme zu bestimmen, den das Wasser annehmen kann, oder den es wirklich durch die dem Feuer ausgesetzte Fläche im **Kochen** annimmt. Ich suchte also anfänglich nur diese Art der Versuche vollkommner zu machen: und weil ich glaubte, mit **Wassertropfen** glücklicher, als mit größern Massen zu seyn, so kam ich auf die Methode zurück, deren ich mich gleich Anfangs auf dem Lande bedient hatte; und suchte bloß noch den Grad der Wärme zu bestimmen, den der Körper hätte, auf den ich diese **Tropfen** fallen ließ.

Dritter Versuch.

986. Ich hatte zu diesem Versuche ein kleines, tiefes und sehr dünnes Gefäß nöthig, und fand auch eines, das sich zu meiner Absicht recht wohl schickte. Dieß war ein kleiner goldner Becher, ungefähr 15 **Linien** tief, und 1 **Zoll** im Durchmesser der Oefnung, gegen den Boden lief er enger zu. Diesen stellte ich so tief in das Oel, daß der Rand etwa noch um 1 **Linie** hervorragte. Ich setzte einen metallnen Deckel darauf, dessen Hölung ich oberwärts kehrte, um sie mit heißem **Oel** anfüllen zu können. In das **Oel** stellte ich nahe an den Boden des goldnen Gefäßes die Kugel des Thermometers, und wenn dasselbe den gehörigen Grad der Wärme erreicht hatte, so füllte ich den Deckel mit **Oel** an, um das Erkalten der innern Fläche des Gefäßes, so viel möglich, zu verhindern. Diesen Deckel nahm ich von Zeit zu Zeit hinweg, und ließ **Wassertropfen** auf den Boden des Gefäßes fallen, die ich aus einem Gefäße mit siedendem Wasser nahm,

dann

damit sie die Wärme des goldnen Gefäßes desto schneller annehmen möchten. Ob diese Tropfen kochten, das zeigte sich theils aus ihrem Zischen sogleich, wenn sie das Gefäß berührten, theils daraus, daß sie gar bald von Dunstblasen durchdrungen wurden, die auf ihrer Oberfläche zerplatzten, wodurch der Tropfen bald in Dünste aufgelöset wurde.

987. So lange die Wärme des Oels noch unter 101 Grad blieb, merkte ich nie ein Kochen in diesen Wassertropfen. Auf diesem Punkte aber fiengen sie an, ein wenig zu zischen, wenn sie das Gefäß berührten. Und wenn das Wasser, ehe man es hineintröpfelte, die Temperatur der Luft hatte, so zischten sie nicht einmal bey diesem Grade der Wärme.

988. Eben da ich diese Versuche schon anstellte, gerieth ich noch in Zweifel über die Genauigkeit der Bestimmung, die sie zu geben scheinen; ich zweifelte nemlich, ob das Wasser wirklich 101 Grad Wärme erhalten müße, um zu kochen. Da ich nur wenig Wasser nehmen durfte, wenn es die Wärme des Gefäßes bald annehmen sollte, so veranlaßete dieß zu gleicher Zeit, daß die Wärme dieß wenige Wasser ohne Mühe durchdrang, und sich in die Luft zerstreute. Das Gefäß selbst zerstreute etwas von der Wärme durch seinen Rand, der über das Oel hervorragte; und ob es gleich in den Pausen zwischen meinen Versuchen bedeckt blieb, so muste ich es doch öfnen, so oft ich einen Tropfen hineinbringen wollte: sobald ich es aber öfnete, muste sich seine innere Fläche ein wenig erkälten. Dieser drey Ursachen halber konnte das Wasser nicht alle die Wärme bekommen, die das Thermometer anzeigte.

989.

989. Indem ich über die Fehler, die daraus entstehen könnten, nachdachte, fiel ein **Wassertropfen**, den ich in mein kleines Gefäß lassen wollte, in das **Oel**, und fieng an, darinnen zu **knistern**. Dieses Phänomen half mir sogleich auf die Idee eines neuen Versuchs, der genauer, als der vorhergehende war. Dieses **Knistern** war nichts anders, als das **Sieden** des Wassers: ich war auch versichert, es werde dasselbe bey dieser Veranstaltung nichts von der Wärme, die es erhielte, verlieren, weil es von allen Seiten her mit einerley Wärme umgeben wäre. Ich suchte also nun, welchen Grad der Wärme das **Oel** haben müste, um das **Wasser knistern** zu machen.

Vierter Versuch.

990. Ich hieng in das Oel eine silberne Schale, deren Rand ein wenig umgebogen, der Boden aber platt war und spiegelte. Den letztern Umstand zeige ich darum an, weil mir dieser spiegelnde Boden bey der geringen Durchsichtigkeit des **Oels** zu statten kam, und so viel Strahlen zurückwarf, daß ich deutlicher sehen konnte, was im **Oele** vorgienge. Die Schale hatte zween Henkel, die sich gegen die Seiten des Gefäßes, in dem das **Oel** war, stemmten, so daß die Schale darinnen, wie an zween Angeln, hieng, und sich hin und her schwingen ließ, um das **Oel** umzurühren. Mein Thermometer hieng über der Mitte der Schale, und ich konnte es sehr nahe an ihren Boden bringen, ohne daß es anstieß, wenn ich sie hin und her schwang. Ich stellte es darum lieber an den Boden der Schale, als an den Boden des Gefäßes selbst, weil ich die Temperatur

so besser bestimmen konnte. Und um darinnen recht sicher zu gehen, nahm ich allezeit das **Oel** vom Feuer hinweg, und rührte es durch das Schwingen der Schale um, ehe ich die **Wassertropfen** hineinfallen ließ.

991. **Wassertropfen**, in das auf 101 **Grad** erhitzte **Oel** geworfen, **knisterten** heftig: stiegen bis zur Oberfläche des **Oels**, fielen wieder zu Boden, und stiegen dann aufs neue, und dieß allezeit mit Geräusch.

Dieß **Knistern** entstand aus dem Abspringen der Blasen, die sich unter dem **Wassertropfen** erzeugten, wenn er das Gefäß berührte. Die Blasen waren nichts anders, als in Dünste aufgelößtes **Wasser**; sie schwollen augenblicklich an, trieben den **Tropfen** in die Höhe, und zerplatzten. Bald trieben sie ihn senkrecht, bald nach andern verschiedentlich geneigten Richtungen; allezeit aber gieng die Blase durch die Oberfläche des **Oels** heraus. War das **Oel** wärmer, als 101 **Grad**, so geschah es bisweilen, daß die Tropfen, indem sie sich von dem Boden der Schale erhoben hatten, auf dem Wege neue Blasen, und mehrere nacheinander abstießen, wobey sie denn im Zikzak hin und herfuhren.

992. Wenn die Wärme unter 89 Grad war, so entstand oben auf den Wassertropfen, ohne daß dieselben sprangen, eine Reihe kleiner Dunstblasen, die auf die Oberfläche des Oels stiegen, und so verdünsteten diese **Tropfen** nach und nach. Dieses merkliche Verdünsten fieng gewöhnlicherweise an, wenn das Oel 87 Grad Wärme hatte, selten unter diesem Punkte. Diese Dunstfäden stiegen auch in den Pausen zwischen dem Abspringen der größern

Bla-

Blasen auf, wenn das Oel über 89 Grad Wärme hatte: sie glichen alsdann den Granaten, deren Zünder sprüht, ehe sie losgehen, und wenn ihrer viele in diesem Zustande waren, so machten sie ein ganz angenehmes Schauspiel.

993. Ich sahe sogleich das Resultat dieses Versuchs als eine genaue Bestimmung an; ich glaubte nemlich, die Wärme von 89 bis 90 Grad sey diejenige, die das Wasser bekommen müße, wenn es anfangen solle zu kochen, und dieß für die Barometerhöhe 27 Zoll, wie sie während des Versuchs war. Ich bin nachher in dieser Meinung bestärkt worden; damals aber entstanden mir noch Zweifel über ihre Gewißheit, so wohl wegen einiger Verschiedenheiten, die ich bey Wiederholung des Versuchs bemerkte, als auch wegen seiner Beschaffenheit selbst. Diese mit Oel umschloßenen Wassertropfen waren in einem eignen und besondern Zustande, der mich fürchten ließ, die Folge, die ich daraus zöge, sey für ihn zu allgemein. Diese Zweifel haben mich veranlasset, meine Untersuchungen über die Entstehung des Siedens so weit zu treiben, als ich kaum gehoft hatte.

994. Der Weg, der mir am geschicktesten schien, alle Ungewißheit zu vermeiden, war dieser, daß ich allen Verlust der Wärme zu verhindern suchte, den das Wasser sonst, wenn es auf die gewöhnliche Art erwärmt wird, an der Luft erleidet; damit seine ganze Masse auf einmal den zum Sieden nöthigen Grad der Wärme annehmen könne: und dann den Grad der Wärme dieses Wassers durch ein hineingestelltes Thermometer zu erfahren. Zu diesen Absichten schien mir eine Röhre mit einer Kugel bequem, wie man sie zu chymischen Versuchen unter dem Na-

men einer Matrasse gebraucht. Ich nahm eine, deren Kugel 3 Zoll im Durchmesser, die Röhre oder der Hals 7 bis 8 Zoll Länge, und nur 4 bis 5 Linien im Durchmesser hatte. Mit dieser stellte ich folgenden Versuch an.

Fünfter Versuch.

995. Ich füllte meine Matrasse bis an den Anfang ihres Halses mit Wasser, steckte ein Thermometer hinein, und setzte sie in Oel, bis an die Fläche des darinn enthaltenen Wassers. Den Hals neigte ich unterwärts, damit das Wasser im Sieden nicht in das Oel spritze: durch eine Unachtsamkeit dieser Art habe ich mir einigemal das Gesicht verbrannt.

Als das Oel auf 84, und das Wasser auf 80 Grad kam, stieg das letztere auf einmal in dem Halse der Matrasse in die Höhe, uud warf mit einem Stosse etwas Wasser und Dünste in eine ziemliche Entfernung heraus: hierauf aber blieb das übrige Wasser in der Matrasse ruhig.

Der Verfolg des Versuchs, bey einer langsamen Erhitzung des Oels erhellt aus folgenden Anmerkungen, die ich während des Versuchs niedergeschrieben habe.

Wärme des Oels um die Matrasse	Wärme des Wassers in der Matrasse
86	Das Wasser reichte nicht mehr an den Hals, und es entstanden von Zeit zu Zeit große Blasen. 81
	86

86	Es hatte eben einen Stoß Wasser ausgeworfen, und war noch weiter in der Matrasse zurückgetreten.	80
88	Es war ruhig, nur entstanden von Zeit zu Zeit große Blasen.	82½
96	Es warf von Zeit zu Zeit Stöße in den Hals, die aber nicht herausgiengen: in den Pausen blieb es ruhig.	82½
96	Es hatte eben einen Stoß herausgeworfen, und nahm nur noch die Helfte der Kugel in der Matrasse ein.	81½
100	Es erhob sich von Zeit zu Zeit, ohne daß jedoch etwas aus der Matrasse gegangen wäre: in den Pausen war es vollkommen ruhig.	81½
112	Es kochte, d. h. es war in einer beständigen Bewegung, und man spürte ein Geräusch, das man vorher nicht gehört hatte.	81½

Bey einem langsamen Erkalten des Oels.

88	Das Wasser nahm nur noch den dritten Theil der Kugel ein, blieb in Ruhe, und brachte nicht einmal eine Blase hervor.	81½

81. Es blieb noch immer in diesem Zustande 80.

Dieser Versuch gab zwar nichts bestimmtes zu erkennen: aber er verbreitete doch einiges Licht über den Weg, den ich nehmen mußte, um meine Absicht zu erreichen. Das folgende Capitel soll die Betrachtungen enthalten, zu denen er mich veranlassete.

Neuntes Capitel.

Erste Gedanken über die Wirkung der Luft und der Dünste auf das sich erwärmende Wasser, und die Ursachen des Siedens.

996. Der letzte Versuch, den ich eben erzählt habe, entdeckte mir das größte Hinderniß, das ich bey meinen Untersuchungen zu übersteigen hatte: nemlich die Entwickelung der **Luft** aus dem sich erwärmenden Wasser, und die Entstehung der **Dünste**, die diese Entwickelung der Luft veranlaßt, noch ehe das Wasser wirklich siedet.

997. Ich entdeckte dieses Hinderniß um desto eher, da ich viel Mühe gehabt hatte, es zu überwinden, als ich Thermometer mit wäßrichten Feuchtigkeiten füllen wollte, die die Hitze des siedenden Wassers ertragen könnten, wovon ich schon oben geredet habe (423 *k* u. *l*). Weil ich aber bey den jetzt erwähnten Versuchen die Wirkung davon weit stärker gewahr ward, so will ich hier ein wenig weitläuftiger davon reden.

998. Die Wärme verwandlet zwar das Wasser in **Dünste**; aber dieß geschieht nie im innern einer zusammenhangenden Wassermasse: die Dünste können sich nirgends von dem Wasser loßreißen, als auf der Oberfläche, oder an andern Orten, wo der Zusammenhang der Theile unterbrochen wird. So lang die **Wassertheilchen** einander von allen Seiten berühren, läuft das Feuer nur durch ihre Zwischenräume. Allein auf der Oberfläche oder an

jedem andern Orte, wo die Wassertheilchen einander nicht von allen Seiten berühren, oder nicht wenigstens gegen einen andern Körper, der eben so viel Widerstand thut, stoßen, reißt das Feuer diese Theilchen loß, nimmt sie mit sich, und bildet mit ihnen die elastische Flüßigkeit, welche wir **Dünste** nennen.

999. **Wasser**, wie dasjenige, so wir gewöhnlich gebrauchen, hat, wie bekannt, eine große Menge **Luft** in sich. Aber nicht alle diese **Luft** hat ihre **Federkraft**: nur ein Theil derselben ist wirklich **elastisch**, und wir sehen ihn unter der Glocke der Luftpumpe in größern oder kleinern Blasen aus dem Wasser gehen.

Nur diejenige Luft, welche ihre **Federkraft** wirklich ausübet, kann sich unter luftleeren Glocken loßtrennen: denn bloß in Absicht auf diesen Theil der im Wasser eingeschloßenen Luft kann die Aufhebung des Drucks der äußern Luft wirksam seyn. Die kleinen Kügelchen desselben werden durch den Druck der Atmosphäre zusammengepreßt, und finden zu viel Widerstand im Wasser, als daß sie es trennen und herausgehen könnten, weil ihre Oberfläche im Vergleich mit ihrem Volumen zu groß ist. Wenn man sie aber von dem Drucke der Atmosphäre befreyet, so breiten sie sich aus, ihr Volumen nimmt mehr, als ihre Oberfläche, zu, sie finden weniger Widerstand durch das Reiben am Wasser, und steigen wegen ihrer relativen Leichtigkeit auf. Aber die Luft, welche ihre **Federkraft** nicht mehr hat, kann sich nicht ausbreiten. Sie bleibt also unbeweglich, selbst wenn man das Wasser, worinnen sie enthalten ist, vom Drucke der Atmosphäre befreyet (1018): ihre in den Zwischenräumen des Wassers hangenden Theil-

chen bestreben sich nicht herauszugehen; und erlangen nur dann die Ausdehnungskraft, deren sie fähig sind, wirklich, wenn eine fremde Kraft das **Wasser** zertheilt, und sie aus der Ordnung in den Zwischenräumen, in welchen sie festgehalten wurden, in eine andre **Ordnung** bringt, in der sie sich frey bewegen können (413*e*): oder überhaupt, wenn ihnen irgend eine Ursache ihre verlohrne **Federkraft** wiedergiebt.

1000. Das **Feuer** ist eine solche Ursache: wenigstens weiß man gewiß, daß es aus Wasser, das eine lange Zeit im **leeren Raume** gestanden hat, noch neue Luft hervorbringt: nicht etwa nur einmal, und auf eine kurze Zeit, sondern lange Zeit hindurch, und so oft man ihm das Wasser aussetzt. Dieser letzte Umstand beweiset, daß die Wirkung des **Feuers** nicht bloß darinnen bestehe, daß es die Luftblasen ausdehnet, die vorhero zu klein waren, um den Widerstand des **Wassers** zu überwinden, wenn sie gleich von dem Druck der äußern Luft befreyet waren: denn diese würde es auf einmal und in einem Augenblicke loßmachen, sobald sie nur die gehörige **Wärme** erlangt hätten: da es doch im Gegentheil oft geschieht, daß eine geringere **Wärme** noch neue Luft aus dem Wasser hervorbringt, wenn man es vorher schon mehreremal einer stärkern ausgesetzt hat.

1001. Diese Wirkung aber kann sehr verschiedne Grade haben. 1. Je stärker das **Feuer** ist, desto mehr wirkt es auf die **Luft**, die ich mir in gewiße Zwischenräume des **Wassers** eingeschloßen denke, um ihr größere Zwischenräume zu eröfnen, und ihr dadurch ihre **Federkraft** wiederzugeben. 2. Diese Wirkung ist anhaltend: denn die durchs **Feuer** loßgemachten Lufttheilchen erleichtern die Befreyung

andrer

andrer Theilchen. Also muß die längere oder kürzere Dauer der Wirkung des **Feuers** einer größern oder geringern Menge von Luft ihre **Federkraft** wiedergeben. 3. Die **Luft**, welche anfängt, ihre **Federkraft** wiederzuerlangen, d. i. nach meiner Vorstellung, welche anfängt, sich in einem größern Raume zu befinden, trägt selbsten mehr oder weniger zu ihrer gänzlichen Befreyung bey, nachdem die Flächen, gegen welche sie jedesmal wirkt, ihr mehr oder weniger Widerstand thun. Je stärker also das **Wasser** gedrückt wird, desto mehr wird die Wirkung des Feuers durch die innere Luft selbst unterstützt, welche anfängt, einige **Federkraft** anzunehmen, und sich aus den Zwischenräumen des **Wassers** loßzumachen sucht. 4. Die **Luft**, die ihre **Federkraft** in den Zwischenräumen des Wassers verlohren hat, kann zu gewißen Zeiten leichter, als zu andern aus ihren vorigen Stellen getrieben werden: vorhergehende, aber allzubald unterbrochene Wirkungen des **Feuers** können einer gewißen Menge von Lufttheilchen den Ausgang vorbereitet haben, ohne sie jedoch gänzlich herauszutreiben. Also kann ein geringerer Grad der Wärme das vollenden, was ein größerer angefangen hatte. Dieß sind vier verschiedne Ursachen des mehrern und wenigern, die sich in den Erscheinungen mit einander verbinden, und deren Wirkungen man in den folgenden Versuchen wahrnehmen wird.

1002. Die **Luftblasen**, die sich im **Wasser** bilden, unterbrechen seinen Zusammenhang (998); und ist nun die Menge des im Wasser enthaltnen Feuers groß genug im Vergleich mit der Größe der Luftblasen und dem Drucke, den sie erleiden, so

füllen sich die Blasen mit **Dünsten** an, schwellen auf, und zerspringen, wenn sie nicht unterwegs aufgehalten werden, auf der Oberfläche des Wassers (1019). Also ist auch die Entstehung der **Dünste** im innern des **Wassers** eine Wirkung verschiedner mit einander verbundener Ursachen.

1003. Wenn man z. B. Wasser in freyer Luft erwärmt, so steigen schon lange vor dem Sieden Luftblasen daraus in die Höhe. Aber diese sind anfänglich so klein, daß das Wasser nur wie mit einem feinen Staube angefüllt scheinet. In diesen Luftblasen bilden sich keine **Dünste**: ohne Zweifel ist dazu nicht Raum genug vorhanden. Sie entstehen nur in größern Blasen, und zu dieser Entstehung ist irgend ein besonderer **Umstand** nöthig, z. B. ein Hinderniß, das die kleinen Blasen nöthigt, sich zu vereinigen; denn alsdann schwellen sie durch die Dünste auf, und steigen als kleine Kügelchen in die Höhe. Wenn man aber **Wasser**, worinnen die Luft anfängt, sich durch Hülfe der **Wärme** loßzumachen, unter die Glocke der Luftpumpe bringt, so dehnen sich diese kleinen Blasen aus, und eröfnen den Dünsten, die zuvor nicht hineinkonnten, den Zugang: man sieht alsdann, wie sie von allen Seiten her aufschwellen, und ein **scheinbares** Sieden veranlassen, von dem ich aber zeigen werde, daß es bloß etwas **scheinbares** sey.

1004. Wenn den **Dünsten**, die sich in dem innern des Wassers erzeugen, ein freyer Ausgang offen steht, es sey im **leeren Raume**, oder an der **Luft**; so sammlen sie sich nicht erst in großer Menge an, sondern dringen schnell durch das Wasser, und zerstreuen sich auf dessen Oberfläche. Wenn aber der Ausgang, wie bey meiner **Matrasse**, eng ist, so werden

diese

diese **Dunstkugeln** in ihrem Steigen aufgehalten; sie wachsen also zu einer beträchtlichen Größe an, setzen sich an die Oefnung des Gefäßes, und treiben da alle das Wasser, das ihnen widersteht, vor sich heraus.

1005. Wenn sich verschiedner Druck der äußern Luft mit verschiedner Freyheit des Wassers im Gefäße verbindet, so entstehen noch verschiednere Wirkungen. Z. B. in einer Matrasse, die bis an den Hals mit Wasser angefüllt ist, und deren Hals offen steht, muß die Wärme des Wassers sehr groß seyn, wenn sich Dünste erzeugen und das ihnen entgegenstehende Wasser heraustreiben sollen: in der Matrasse, die ich bey meinem letztern Versuche gebrauchte, geschah dieß nie eher, als bis das **Wasser** 80 Grad **Wärme** hatte. Wenn hingegen der Hals der Matrasse verschloßen und luftleer ist, so sind oft nur 24 bis 25 Grade nöthig, um eben diese Wirkung hervorzubringen.

Aber keine von diesen Erscheinungen ist ein **wahres Sieden**: das Wasser hat noch nicht alle die Wärme, die es anzunehmen fähig ist. Im ersten Falle kann es sogar dieselbe nicht erlangen, weil sich der Kolben auf diese Art immer mehr ausleeret, und also das in ihm zurückbleibende Wasser der äußern Luft eine größere Oberfläche darbietet, und beständig einen Theil der erhaltenen Wärme verlieret. Im zweyten Falle hingegen wird das Wasser eine viel größere Wärme anzunehmen fähig, weil sich die **Dünste** in dem Halse des Kolbens unter der gegen die verschloßene Oefnung anstoßenden Wassersäule ansammlen, und das im Kolben zurückgebliebene Wasser zusammendrücken.

1006.

1006. Ich will nur noch eine einzige Bemerkung über die Wirkungen der **Wärme** in Absicht auf die Entbindung der im Wasser enthaltenen **Luft** machen. Sie sind nach der Verschiedenheit der eben angeführten Umstände verschieden. Sie stimmen aber alle sehr wohl mit der Vorstellung überein, welche sich einige Naturforscher von der **Elasticität flüßiger Materien** machen, und welche **Daniel Bernoulli** in seiner **Hydrodynamik** so wohl erklärt hat, daß diese **Elasticität** von nichts anderm, als einer beständigen Bewegung ihrer Theilchen nach allen Richtungen herrühre (285 u. f.). Besonders kommen diese Erscheinungen vollkommen mit der vortreflichen Theorie der **Schwere** von Herrn **le Sage** überein, die ich schon seit langer Zeit begierig bin, im Besitz der Naturforscher zu sehen. Ein Theil derselben besteht in der Erklärung einer durch die Ursache der Schwere selbst hervorgebrachten Bewegung der Theilchen **elastischer flüßiger Materien**, welche Bewegung aufhört, wenn diese Theilchen in engen Zwischenräumen der Körper festgehalten werden, aber von neuem anfängt, sobald sie wieder in Freyheit gesetzt sind (413 e.).

Ich glaubte diese Theorie von der Wirkung der **Luft** und der **Dünste** auf das erwärmte Wasser vortragen zu müssen, ehe ich noch zur Erzählung der Versuche übergienge, die mich darauf geführt haben, und sie bestätigen. Diese Versuche selbst hatten freylich einen ganz andern Zweck; nemlich, die Ursache zu entdecken, warum es in der Wärme des in freyer Luft siedenden Wassers bey einerley Zustande der Luft ein **Größtes** gebe, und warum sich dieses **Größte** bey verschiednem Zustande der Luft ändere.

dere. Es würde mir aber sehr schwer geworden seyn, so viele Dinge auf einmal zu erklären Ueberdieß sind diese Materien ganz neu, und an und für sich verwickelt genug, so daß ich mich so viel als möglich hüten mußte, die Aufmerksamkeit meiner Leser zu ermüden, und sie auf einmal auf alle diese Gegenstände zu lenken. Aus eben dieser Ursache will ich im voraus erklären, was ich als das **wahre Sieden** ansehe, ob mich gleich auf mein System darüber erst eben diese Versuche gebracht haben.

1007. Wenn man einen hohlen festen Körper, z. E. einen metallnen Löffel nimmt, denselben sehr heiß macht, und **Wassertropfen** darauf fallen läßt, so bleiben diese Tropfen nicht an ihm hangen, sondern werden ziemlich stark von ihm abgestoßen, fallen dann wieder zurück, werden nochmals abgestossen, und oft in mehrere kleine Tröpfgen zertheilt, welche eben diese Wirkung des Feuers erleiden: kurz sie werden durch die abwechselnde Wirkung des Feuers und ihrer Schwere auf und abgetrieben, und zerstreuen sich endlich, ohne auf dem Löffel geruht zu haben. Je mehr die Wärme abnimmt, desto langsamer werden diese Bewegungen der **Tropfen**. Endlich bleiben sie auf dem Metall, wenn seine Wärme zu gering ist, um die ganze Masse zu erheben: aber noch einige Zeit fährt sie fort, das Wasser theilweise abzustoßen. Ueberall, wo dieses geschieht, erheben sich elastische **Dünste**, welche das Wasser durchdringen, das sich hierauf niedersenkt, und durch eben diese Ursache von neuem erhoben wird, bis der Tropfen gänzlich verdünstet ist.

1008. Ich verstehe nun unter dem **wirklichen Sieden** den Zustand des **Wassers**, in welchem

es

es von dem **Feuer**, das sich in seinen Zwischenräumen verdichtet hat, so stark als möglich, d. i. eben so stark, als das Wasser ihm widersteht, zurückgestoßen wird. Es findet also kein **wirkliches Sieden** statt, wofern nicht wenigstens die erste dem **Feuer** unmittelbar ausgesetzte Wasserschicht mit demselben, so zu sagen, **gesättiget** ist.

1009. Eine ganze **Wassermasse**, die an freyer Luft siedet, kann nie vom **Feuer** gesättiget seyn, weil sie nur durch ihre erste **Schicht** Wärme empfängt: von derselben aber immer etwas an die Luft verlieret. Also kann sich nur diese erste als untheilbar angenommene, und dem **Feuer** unmittelbar ausgesetzte Schicht damit sättigen. Da aber diese in eben dem Augenblick, in welchem sie **gesättiget** ist, von dem **Feuer** selbst und den zwischen ihr und dem erwärmenden Körper entstandnen **Dünsten** zurückgestoßen wird, so verliert sie bald den Ueberschuß ihrer **Wärme** über die **Wärme** der ganzen **Masse**, den sie der letztern mittheilet.

Die in der **Masse** selbst bleibende Wärme ist augenscheinlich der Ueberschuß des erhaltnen **Feuers** über das zu gleicher Zeit verlohrne. Sie erhält das **Feuer** durch die erste seiner unmittelbaren Wirkung ausgesetzte **Schicht**, und verliert es vornemlich durch alle Punkte ihrer an die Luft anstoßenden Oberfläche.

1010. So lang das Wasser nicht mit äußerster Heftigkeit kocht, kann man keinen bestimmten Grad der Wärme darinnen erwarten, weil die **Schicht**, die das **Feuer** aufnimmt, stärker oder schwächer erwärmt seyn kann. Wenn es aber bis auf diesen

Grad

Grad kocht, muß auch die **Wärme**, die es behält, ziemlich einerley bleiben. Die erste Schicht hat alsdann die größte Wärme erhalten, die sie erlangen kann, die Gewalt des Feuers sey so groß sie wolle: nur wird, wenn diese Gewalt zunimmt, das Wasser stärker und öfter zurückgestoßen; und seine stärkere Bewegung macht, daß es der Luft mehr Fläche darbietet, wodurch es denn auch mehr Wärme verliert. Ich werde in der Folge wiederum auf dieß Aufheben der größten Bewegung des **Wassers** und der größten Menge des **Feuers** zurückkommen (1126. u. f.).

1011. Dieser Art von **Sättigung** der **Wasserschicht**, welche unmittelbar an das Feuer anstößt, werden ihre Grenzen nicht sowohl durch die Natur des Wassers, als vielmehr durch den Widerstand bestimmt, den sie gegen das Zurückstoßen ausübet. Da also das Wasser im **leeren Raume** dem **Feuer** bloß durch seine eigne Schwere widersteht, so wird es alsdann weit eher bis auf den Grad angefüllt, bey welchem es dem Feuer leichter ist, das Wasser zurückzustoßen, als in dasselbe einzudringen: weit später aber geschieht dieß, wenn das Wasser den Druck der Atmosphäre trägt: noch später in der **Maschine des Papinus**, wo es desto langsamer erfolgt, je stärker die Wände derselben sind, gegen welche das Wasser anstößt. Man sieht hieraus, daß die letzte Anstrengung des Feuers um hineinzudringen, desto heftiger seyn müsse, je größer der Widerstand des Wassers ist. Wenn also, z. B. in der **Papinianischen Maschine**, das Feuer endlich den Widerstand, den ihm die Wände thun, überwindet, so muß es eine fürchterliche Wirkung

thun:

thun: sie muß nemlich dem Widerstande selbst proportional seyn. Man wird Wirkungen dieser Art in den Versuchen antreffen, die ich bald erzählen will.

1012. Was die Größe des **Verlusts** an **Wärme** betrift, den das siedende **Wasser** an den Punkten seiner äußern Fläche, die dem **Feuer** nicht ausgesetzt sind, erleidet, so wird sie durch die **Leichtigkeit** bestimmt, mit welcher das **Feuer** aus ihm herausgeht, im Vergleich mit der, mit welcher es eindringt: und diese **Leichtigkeit** selbst hängt von dem Zustande der **Luft** ab, welche das Wasser umgiebt. Nun muß sich aber zu Folge der Natur der **Luft** (972) das **Feuer** desto leichter in sie zerstreuen, je geringer ihre **Dichtigkeit** ist.

Da ich Gelegenheit haben werde, auf diese Materie zurückzukommen, so bleibe ich hier bloß bey ihren ersten Gründen stehen. Ich habe soviel davon gesagt, daß man nun leicht einsehen wird, wie die folgenden Versuche darauf abzielen, und ich hoffe, daß man nach Lesung derselben diese meine Gedanken für etwas mehr als bloße Hypotheſen erkennen werde.

Zehntes Capitel.

Versuche, um den Grad der Wärme zu bestimmen, den die erste Schicht des siedenden Wassers erhält, wenn sie verschiednen Druck erleidet.

1013. Meine Absicht erforderte, den Grad der **Wärme** zu bestimmen, welchen die erste der unmittelbaren Wirkung des Feuers ausgesetzte **Wasserschicht** erhält, wenn eine ganze Wassermasse siedet, die mit einem bestimmten Druck beschweret ist, z. B. mit **Wasser** selbst in einer gewißen Höhe über dem Boden, oder mit einem Druck der Atmosphäre, der durch eine gewiße Barometerhöhe ausgedrückt wird. Ich mußte also diesen Druck verändern, und untersuchen, was für eine Veränderung dadurch in dem Grade der **Wärme** entstehe. Wenn nun auf diese Art derjenige Theil der Unterschiede der Wärme des siedenden Wasser entdeckt war, welcher von dem Unterschiede der darauf drückenden Kraft herkömmt, so konnte der Rest des ganzen Unterschiedes nichts anderm, als der Veränderung zugeschrieben werden, welche die **Zerstreuung** der **Wärme** dieses **Wassers** durch die Veränderung der **Dichte** der **Luft** erleidet.

1014. Das größte Hinderniß, so dieser Entdeckung entgegenstand, war die **Zerstreuung** der **Wärme** selbst. Man mußte also ein Mittel suchen, sie zu verhüten, ohne doch der Wirkung des Feuers ein andres, wenigstens merkliches, Hinderniß ausser dem Druck des Wassers selbst und der äußern Luft entgegenzusetzen; und auf diese Art

mußte man es dahin bringen, daß die ganze Masse eben so viel Wärme annehmen konnte, als die erste Schicht, ehe sie von dem Feuer zurückgestoßen ward.

1015. Dieß hatte ich bey meinem letztern Versuche durch die **Matrasse** zu erreichen gesucht, in welcher das Wasser ganz mit heissem **Oel** umgeben war, nur den Hals ausgenommen, durch welchen es herauskonnte, indem es bloß den Druck der Atmosphäre überwinden durfte. Aber die **Luft**, die durch das **Feuer** aus dem Wasser getrieben wurde, und die damit vermischten **Dünste**, leerten meine Matrasse zum Theil noch vor dem **Sieden** aus: und das Wasser, welches nun der äußern Luft eine größere Oberfläche darbot, konnte niemals die ganze Wärme seiner ersten Schicht erlangen: es erhitzte sich nicht über 82 $\frac{1}{2}$ Grad, und selbst, wenn es sich durch das **Sieden** in der Luft bewegte, ward seine Wärme vermindert. Ich mußte also, um meinen Zweck zu erreichen, das Wasser, das ich zu diesem Versuche gebrauchen wollte, von **Luft** reinigen.

1016. Ich wollte mich anfänglich hierzu der **Thermometerröhren** und des oben (423 d.) erzählten Verfahrens bedienen. Aber die **Luft** läßt sich so schwer aus dem Wasser treiben, daß ich dabey große Schwierigkeiten antraf.

1017. Meine **Wasserthermometer** (so will ich sie der Bequemlichkeit halber nennen) ertrugen anfänglich ganz leicht die Hitze des siedenden Wassers, wenn ich sie oben offen ließ: nur stiegen eine Zeitlang durch die Röhre **Luftblasen**, von **Dünsten** angeschwollen, in die Höhe.

So

So bald ich aber die Hitze verstärkte, schwollen alle Blasen, die in der Kugel entstanden, von Dünsten an, und trieben nicht allein das in der **Röhre**, sondern zum Theil auch das in der Kugel befindliche Wasser vor sich heraus. Inzwischen kochte das übriggebliebne nicht: aber die **Luft** machte sich, wie in der **Matrasse**, von Zeit zu Zeit loß, und trieb Wasser in die Röhre.

Ich wählte also einen andern Weg, die Thermometer von **Luft** zu reinigen, indem ich sie zuschmelzte, wenn sie voll waren, und das Wasser in ihnen die Hitze des **siedenden** hatte. Wenn sich nun dasselbe beym Erkalten verdichtete, so ließ es den obern Theil der Röhre **luftleer**.

So bald ich aber diese Thermometer aus dem **siedenden Wasser** nahm, entstand eine **Luftblase** in der Kugel; diese schwoll von Dünsten an, und die **Wassersäule** blieb so lang in der Röhre stehen, bis sich die Dünste verdichtet hatten. Und wenn die Röhre beym Zuschmelzen ganz voll gewesen, und alle Luft, die sich in der Kugel loßmachte, darinnen geblieben war, so blieb die **Wassersäule** sogar noch stehen, wenn sich auch die Dünste schon verdichtet hatten.

1018. Ich ließ die Thermometer lange Zeit über verschloßen, und hofte, die Luft werde nach und nach aus dem Wasser heraus gehen. Allein ich erfuhr, was ich oben (999) gesagt habe, daß es nicht genug sey, die **Luft**, die in den Zwischenräumen des Wassers ihre Federkraft verlohren hat, wenn sie sich ausbreiten und loßmachen soll, von dem Druck der Atmosphäre zu befreyen; sie geht durch diese äus-

sere Veränderung noch nicht in einen neuen Zustand über; es muß sie eine neue wirkende Kraft aus den Zwischenräumen des Wassers treiben, und eine solche Kraft ist das **Feuer**. Ich weiß nicht, was in dieser Absicht der natürliche Umlauf des in der Luft verbreiteten **Feuers** in der Länge für Wirkung thun würde. Nur soviel weiß ich, daß aus **Wasser**, das ich einen Monat lang in dem vorbeschriebenen Zustande gelassen hatte, sich bey der ersten Berührung des **siedenden Wassers Luft** loßmachte, und die in der Röhre stehende Säule den Augenblick durch die Dünste in die Höhe getrieben ward.

1019. Ich ergrif anfänglich das Mittel, meine Thermometer an einem Bindfaden herumzuschleudern, um die Wassersäule schneller herunterzutreiben, welche sonst nicht eher, als nach dem Erkalten des Wassers würde herabgefallen seyn. Allein nachdem ich dieß lang genug fortgesetzt hatte, ohne jedoch meine Thermometer zu Ertragung der Hitze des siedenden Wassers geschickt machen zu können, wobey ich noch überdieß viele davon zerbrochen hatte; so ließ ich endlich das Wasser in ihnen ruhig kalt werden, ohne sie zu schleudern. Die große **Dunstblase**, die das **Wasser** in der Höhe erhielt, nahm anfänglich nur wenig ab: endlich aber zog sie sich auf einmal zusammen, und es trennte sich ein kleines **Luftblasgen** davon ab, welches in die Spitze der Röhre fuhr. Seine Größe war sehr verschieden, aber bey allen Versuchen stieg ein solches Blasgen aus der Dunstblase auf. Nun ward ich von der im vorigen Capitel vorgetragenen Theorie überzeugt, daß nemlich ein kleines wieder **elastisch** gewordenes **Luftblasgen** die gelegentliche, die **Dünste** aber

die

die nächste Ursache der Aufwallungen des **Wassers** wären; das **Feuer** aber die erste Ursache, die die **Luft** wieder frey gemacht habe.

1020. Der leere **Raum** in meinen ersten Thermometern war nur sehr klein; denn er war bloß durch die Verdichtung des Wassers hervorgebracht, welches die Hitze des **siedenden** vorher ausgedehnt hatte. Da nun bey meinem vorherbeschriebnen Verfahren die **Luftblasen** nach einander in großer Menge aufstiegen, und sich das Wasser immer ein wenig mehr erwärmte, ehe es **Luft** hervorbrachte, so machte dieß, daß das **Feuer** endlich bey Hervorbringung neuer **Luft** zu viel Widerstand antraf, oder die **Dünste** nicht so leicht in die ersten kleinen Luftblasgen, die sich bildeten, eindringen konnten: so, daß das Wasser stieg, ohne bis an die Spitze der Röhre aufzuwallen. Allein noch war es nicht von **Luft** gereiniget; denn, als ich die Thermometer öfnete, und im **Oele** einer größern Wärme, als die des **siedenden Wassers** ist, aussetzte, so bedurfte es nur einige Grade mehr **Wärme**, um neue **Luft** zu entbinden, **Dünste** zu erzeugen, die Wassersäule aus der Röhre zu treiben, kurz alle die Erscheinungen hervorzubringen, die gewiß vor dem **wahren Sieden** vorhergehen, weil, wenn die Röhre frey ist, das Wasser dann noch nicht **siedet** (995): Erscheinungen, die bloß daher rühren, daß sich die Luftblasen nicht frey genug aus dem Wasser in der Kugel des Thermometers loßmachen können.

1021. Ich dachte nun darauf, den **luftleeren Raum** im obern Theile meiner Thermometer zu vergrößern, damit die **Luft**, die sich nach und nach aus dem Wasser loßmachte, der Entbindung der neuen nicht so bald hinderlich seyn möchte.

Dabey hatte ich zugleich den Vortheil, daß ich den Grad der **Wärme** sicher bestimmen konnte, den das Wasser anzunehmen fähig ist, wenn es von dem Druck der Atmosphäre frey, und fast von allen Seiten mit dem **Feuer** umgeben wird. Denn wenn ich in dem obern Theile der Röhre genug **leeren Raum** ließ, den das Wasser bey seiner größten Ausbreitung nicht ganz ausfüllen konnte, so blieb dasselbe alsdann noch immer von dem Drucke der Atmosphäre befreyt. Ich will das Verfahren beschreiben, durch welches ich diesen Zweck erreicht habe. Es wird in der Folge oft die Rede davon seyn, und überdieß kann man es auch in andern Fällen gebrauchen.

1022. Ich öfnete das Ende einer Röhre, in der ich nicht mehr als die gehörige Menge Wasser ließ. Dieses Ende schmolz ich an der Lampe, brachte das Ende einer andern Röhre daran, und zog beyde so schnell auseinander, daß ein Röhrgen so dünn, als ein Haar, daraus entstand. Hierauf setzte ich die Kugel des Thermometers in **Oel**, das beynahe bis auf 100 **Grad** erwärmt war, und hielt die Röhre fast horizontal. So bald das Wasser heiß genug ist, macht sich daraus eine Luftblase loß, und steigt in den Theil der Kugel, der in dieser Lage oben steht: die Dünste dringen sogleich hinein, und schwellen die Blase augenscheinlich auf. Das durch diese **Dünste** aus der Kugel getriebne Wasser geht in die Röhre, aus welcher es wieder die **Luft** treibet, obgleich sehr langsam, weil sie in dem kleinen Röhrgen starken Widerstand leidet. Endlich tritt das Wasser selbst in das dünne Röhrgen; so bald es sich dem Ende nähert, bringe ich dasselbe an die Lampe,

und

und halte es in die Flamme, sobald das Wasser abzutröpfeln aufhört, worauf denn die Spitze sogleich zuschmelzet.

1023. Es wird ein wenig Uebung erfordert, um dieß alles mit Sicherheit zu bewerkstelligen: ich bin im Anfange dabey oft unglücklich gewesen, weil ich noch nicht alle Zufälle kannte, denen man dabey ausgesetzt ist. Einige Vorsichtsregeln sind folgende. Erstlich muß die Spitze wirklich so dünn als ein Haar seyn, damit das Wasser nicht in einem ununterbrochnen Strome herauslaufe, in welchem Falle sie nicht zuschmelzen würde. Man muß aber auch Achtung geben, daß das Ende der Spitze nicht verstopft, oder gar schon zugeschmolzen sey. Durch meine Unachtsamkeit über diesen Punkt sprützte mir einmal das 100 Grad heiße Oel ins Gesicht, weil die Kugel des Thermometers zersprang, dessen Spitze, wie ich nachher fand, schon bey ihrer Verfertigung zugeschmolzen war. Seit dieser Zeit habe ich allemal die Vorsicht gebraucht, erstlich das Wasser meiner Thermometer soviel, als ohne Gefahr möglich ist, zu erhitzen, einen kleinen Wassertropfen an das Ende der Spitze zu bringen, und zugleich das Thermometer aus dem Oele zu nehmen. Wenn sich nun das Wasser inwendig wiederum verdichtet, und die Spitze offen ist, so geht ein Theil des kleinen Tropfens hinein. Man muß sich dabey eines Vergrößerungsglases bedienen: denn das bloße Auge ist nicht hinreichend, es deutlich zu unterscheiden.

1024. So bald die Dünste anfangen, die Wassersäule in der Röhre stark genug fortzutreiben, so muß man das Thermometer aus dem Oele nehmen: die Hitze des Wassers ist alsdann gemeiniglich groß

genug, um aufzuhören. Geht die Wassersäule zurück, so muß man die Kugel wieder in das **Oel** bringen: stößt sie aber allzuheftig gegen die Spitze, und läuft in einem zusammenhangenden Strome heraus, so muß man auf die Kugel blasen, um ihre Hitze ein wenig zu vermindern. Kurz die Wassersäule muß an die Oefnung der Spitze mit der geringsten möglichen Gewalt kommen, wenn sie sich leicht soll zuschmelzen lassen. Auch muß das Ende der Röhre da, wo die Spitze anfängt, in einen sehr spitzigen Kegel zulaufen; sonst läßt das Wasser, das in die Spitze dringt, eine Luftblase hinter sich zurück, die man auf keine Weise herausbringen kann.

1025. Auf diese Art habe ich in meinen Thermometern, und in den kleinen Matrassen, von denen ich in der Folge reden werde, einen so großen **luftleeren Raum**, als er mir nöthig war, erhalten. In den Matrassen war dieser Raum sechsmal größer, als der, den das **Wasser** zwischen der Temperatur des **Eis-** und **Siedpunkts** durchlief, und ich hätte ihn, wenn es nöthig gewesen wäre, noch viel größer machen können.

1026. Wenn nach der ersten Ausleerung der Röhre von Luft, wiederum aus dem Wasser viel Luft in dieselbe aufgestiegen, und also der **leere Raum** nicht mehr vollkommen war, so öfnete ich die Röhre. Bisweilen brach ich bloß das Ende der Spitze ab, bisweilen aber, wenn sie nicht dünn genug war, zog ich auch eine neue daran. Darauf ließ ich das Wasser im heißen Oele wiederum in die Höhe steigen, und schmolz die Spitze so, wie das erstemal, zu. Dieses Verfahren anzuzeigen, werde ich mich in der Folge bloß des Ausdrucks bedienen, **ich habe die Luft aus der Röhre getrieben.**

1027. Je mehr man schon Luft aus dem Wasser getrieben hat, desto mehr Vorsicht erfordert dieses Verfahren. Alsdann ist eine sehr große Hitze nöthig, um neue Luft zu entbinden, und im innern des Wassers unter dem Drucke der Atmosphäre **Dünste** zu erzeugen. Und wenn dann **Dünste** entstehen, so ist ihre Elasticität so groß, daß das **Wasser**, wenn die Spitze nicht sehr lang und zart ist, mit Gewalt herausspritzt, und oft die Flamme auslöscht, ehe man daran denkt, auf die Kugel zu blasen, und sie dadurch abzukühlen. Alsdann geht das Wasser in allzugroßer Menge heraus, und man hat alle seine vorige Mühe verlohren.

1028. Weil ich also bey diesem Verfahren immer in Sorgen war, so habe ich bisweilen ein anderes vorgezogen, das nicht so vortheilhaft, aber sicherer war. Ehe ich nemlich die Röhre öfnete, behielt ich (durch das Neigen des **Thermometers** oder der **Matrasse**) die letzte Luftblase in der Kugel, welche in derselben durch die Hitze bey noch verschloßener Röhre entstand. Diese Blase, die ich oft aus dem Gesichte verlohr, wenn die Röhre geöfnet war, und das Wasser wiederum von dem Drucke der Atmosphäre beschweret ward, erzeugt darinnen die **Dünste** schon bey einer mäßigern Hitze, und erleichterte mir das ganze Verfahren.

1029. Zwar verlohr ich dabey einen großen Vortheil, nemlich die stärkere Erhitzung des Wassers, welche die Austreibung der **Luft** sehr beschleuniget. Denn wenn das **Wasser** beym Zuschmelzen der Röhre sehr warm ist, indem noch der obere Theil derselben vollkommen **luftleer** ist, so wird die **Luft** durch das **Feuer** in großer Menge aus dem Wasser getrieben, und macht, daß es sehr stark und an-

haltend kochet. Wenn es mir daher gelungen war, an das obere Ende meiner Röhren eine schickliche Spitze zu bringen, so ließ ich die Luftblase, die ich sonst der Vorsicht halber gemeiniglich in der Kugel behielt, heraus, und wartete, bis eine größere Hitze neue Blasen in dem Wasser erzeugt hatte.

1030. Da ich nun durch dieß Verfahren in meinen **Wasserthermometern** einen weit größern **leeren Raum**, als vorher, erhalten hatte, so fieng ich wiederum nach der ersten Art an, das **Wasser** von der in ihm enthaltenen **Luft** zu reinigen: aber hier ward meine Gedult auf die äußerste Probe gestellt. Man denke, was es sagen will, unaufhörlich beym Feuer zu seyn, um die Kugel des Thermometers ins siedende Wasser zu setzen, abzuwarten, bis die Wassersäule durch die **Dünste** in den obern Theil der Röhre getrieben ist, und dann, bis die verdichteten **Dünste** die **Luftblase**, der sie ihre Entstehung zu danken haben, herausgehen lassen, oder das Thermometer an einem Faden zu schleudern, um dieses Herausgehen zu befördern; dieß alles hundertmal zu wiederhohlen, ohne merklich weiter, als vorher zu kommen: und dann etwa aus einiger **Unachtsamkeit**, in die man bey einem so einförmigen Verfahren gar leicht verfällt, ein **Glas** zu zerbrechen, das uns die darauf verwandte Mühe, und die Erwartung eines baldigen guten Erfolgs so schätzbar macht.

Ich erschöpfte dabey meinen damaligen Vorrath an Thermometerröhren. Uberdieß war meine Werkstatt zum Glasblasen lange nicht gebraucht worden, und dabey unbrauchbar geworden, und es war gerade die Jahrszeit, in welcher die Italiäner, die damit handlen, zu Hause bleiben. Ich würde

also vermuthlich von meiner Untersuchung auf immer haben abstehen müssen, wenn nicht Herr **Chauvet** so gefällig gewesen wäre, mir Thermometerröhren aus seinem Vorrathe zu überlassen, so oft ich entweder durch einen Zufall um eine gekommen, oder auf ein neues Mittel gefallen war, Schwierigkeiten zu begegnen, die ich nicht für unüberwindlich hielt, ob sie mich gleich von Zeit zu Zeit aufhielten.

Ich habe ungemein viele **Thermometer** dieser Art, die ich auf verschiedne Grade der Vollkommenheit gebracht hatte, zerbrochen oder weggeworfen, ohne daß die **Luft** aufgehört hätte, aus ihrem **Wasser** zu gehen, und alle die vorbeschriebnen Erscheinungen zu zeigen. Einigemal gerieth ich in Versuchung, mit **Newton** (*l*) zu glauben, das **Wasser** selbst verwandle sich durch die **Wärme** in **Luft**. Ehe ich aber dieß annähme, wollte ich noch alle mögliche Mittel versuchen, um alle im **Wasser** enthaltene wirkliche **Luft** herauszutreiben. Endlich leitete mich das Nachdenken auf ein neues, das mit dem ersten verbunden, mir endlich die Nothwendigkeit ersparte, **Newtons** Hypothese anzunehmen.

1031. Die Bewegung und das Schütteln macht viel **Luft** aus dem Wasser frey. Es ist bekannt, was für starken **Wind** man in den Bergwerken durch den Fall des Wassers hervorbringen kann (*m*). Ich

(*l*) Traité d' Optique To. I. L. III. qu. 31.

(*m*) Ich will für diejenigen, die dieser Sache nicht kundig sind, kürzlich erklären, wie man **Wind** durch den Fall des Wassers hervorbringe. Man nimmt ein Gefäß, und verschließt es oben mit einem Deckel; mitten über dem Boden aber befestiget man inwendig einen großen

Ich fiel also darauf, das Wasser in meinen Thermometern zu schütteln. Da ich aber dieß in den gewöhnlichen großen platten Stein, der ungefehr einen Schuh dick ist. In dieses Gefäß läßt man Wasser aus einer Höhe von 15 bis 20 Schuhen senkrecht durch eine Röhre fallen, welche durch den Deckel geht, und genau in denselben einpaßt. Der Boden des Gefäßes hat eine Oefnung von der Größe, daß genau soviel Wasser herausgehen kann, als oben hineingekommen ist: auch hat man Mittel, die Größe dieser Oefnung nach der Menge des hineinkommenden Wassers zu verändern. Will man diese Maschine in Bewegung setzen, so läßt man das Wasser sich über dem Boden ansammlen, bis ein wenig über die Oberfläche des Steins, und giebt ihm alsdann so viel Oefnung, als nöthig, es immer in dieser Höhe zu erhalten. Das Wasser, das aus der Röhre durch den Deckel einfällt, zerschlägt sich unaufhörlich an dem Steine, und es wird dadurch eine so große Menge Luft frey gemacht, daß man durch einen Wasserstrom von der Stärke eines Armes dem größten Schmelzofen einen hinreichenden Blaseblag geben kann. Diese Luft verdichtet sich im obern Theile des Gefäßes, und geht durch eine andere im Deckel angebrachte Röhre heraus.

Weil ich einmal diese Materie angefangen habe, so will ich es wagen, eine Erscheinung zu erklären, die mich lange Zeit in Verlegenheit gesetzt hat. Wer nahe bey einem Flusse wohnt, wird bemerkt haben, daß es ein Zeichen des Regens sey, wenn man denselben stärker, oder in einer größern Entfernung rauschen hört. Ich glaubte anfänglich, es hänge dieß nur von einer gewißen Stellung gegen den Fluß ab, wenn man nemlich gegen denselben zu einem Winde ausgesetzt wäre, der gemeiniglich Regen bringe, und wenn er sich erhübe, zugleich die Fortpflanzung des Schalls nach seiner Richtung befördere. Nachher aber bemerkte ich, daß sich diese Erscheinung auch bey stiller Luft, und auf beyden Seiten des Flußes zeige. Ist es also nicht eine Wirkung der Luft, die sich unaufhörlich aus dem Wasser

gewöhnlichen Röhren nicht wohl thun konnte, weil bey ihnen die Kugel unmittelbar an den Cylinder anstößt, so nahm ich andere dazu, deren Cylinder sich unten erweiterten, und sich so in die Kugel verliefen, daß diese dadurch die Gestalt einer Birne bekam. Diese Thermometer hielt ich bey der Röhre, daß die Kugel unten stand, und schüttelte sie sehr stark so, wie man eine Flasche ausspület, oder in der Experimentalphysik den Wasserhammer schüttelt, mit dem überhaupt meine Thermometer der Wirkung nach ziemlich übereinkamen.

So

ser loßmacht? Soviel wenigstens ist gewiß, daß eine Hauptursache des Rauschens der Flüße in der unzählbaren Menge der Luftblasen besteht, welche beständig an ihre Oberfläche steigen, und dieß um desto häufiger, je mehr das Wasser durch seine Geschwindigkeit und die Hindernißе, die es auf seinem Wege antrift, in Bewegung gesetzt wird. Aber diese Luftblasen müssen häufiger im Wasser aufsteigen, schneller durch dasselbe dringen, und mit einem heftigern Schalle auf seiner Oberfläche zerplatzen, wenn es weniger Druck der Atmosphäre erleidet, d. i. wenn das Barometer fällt. Also muß das stärkere **Rauschen** der Flüße, das aus dieser Ursache entstehet, eben so, wie das Fallen des Queckfilbers im Barometer, ein muthmaßliches Zeichen des Regens seyn.

Uebrigens muß man das **Rauschen** der Flüße, das von der herausgehenden Luft entsteht, von andern Arten des Schalls unterscheiden, die an gewissen Orten durch die Winde verstärkt werden, wie z. B. das Getöse der an Flüßen liegenden Mühlen. Die Verstärkung eines solchen Schalls kann nur so Regen anzeigen, wie ihn etwa die Wetterfahne ankündiget. Auch kann das Rauschen des Flußes selbst durch die Winde verstärkt oder geschwächt werden: aber dieß ist eine von der erklärten ganz verschiedene Erscheinung.

So oft ich bey diesem Schütteln das Thermometer erhob, mußte sich das **Wasser**, wenn die geringste Blase von schon **elastischer Luft** darinnen war, theilen. Es stieg also in der Röhre, und wenn es hernach wiederum mit Gewalt heruntergetrieben ward, so schlug es mit einem Schalle an das untere Wasser, und brachte bey diesem Stoße neue Luft hervor. Man kann davon nach den **Wasserhammern** urtheilen, in denen man bey jedem Stoße Luftblasen aufsteigen sieht, welche zuvor nicht da waren: wenn man darinn das Wasser solang, als ich in meinen Thermometern that, schütteln wollte, so würde man es eben den Proben unterwerfen können, von denen ich bald reden will.

1032. Die Röhren der Thermometer, die ich anfänglich gebrauchte, hatten etwa 1 Linie im Durchmesser, und ihre Kugeln 7 bis 8 Linien. Die Länge war ohngefehr 1 Schuh: das Wasser stand darinn bey der Temperatur des schmelzenden Eises 4 bis 5 Zoll hoch, stieg im siedenden Wasser etwa 3 Zoll, und der Raum, der zuletzt **luftleer** blieb, betrug ohngefehr 4 Zoll.

1033. War der obere Theil dieser Thermometer das erstemal von **Luft** gereiniget, und es kam eine Luftblase aus der Kugel längst der Röhre herauf, so unterbrach diese die aus der vorigen Berührung entstandne Anziehungskraft, welche die **Wassersäule** schwebend erhalten hatte (1017): die Säule fiel, und das Wasser, woraus sie bestanden hatte, und welches nicht so warm als das in der Kugel war, verdichtete die dazwischen befindlichen **Dünste**. So bald nun daselbst kein leerer Raum entstand, so giengen von allen Punkten der Kugel Dunstbläschen in denselben,

selben, um ihn auszufüllen; diese entstanden aber bloß durch die Luftblasen, welche die Wärme in demselben Augenblicke hervorgebracht hatte. Man sahe sogar die **Luft** sich von den Dünsten trennen, und in kleinen Blasen durch die Wassersäule in der Röhre steigen. Diese Erscheinung nenne ich das **Aufwallen**, um sie von dem wahren **Sieden** zu unterscheiden.

1034. Sobald diese Dünste durch das Erkalten des Wassers verdichtet waren, fieng ich an, meine Thermometer zu schütteln. Ich gab ihnen einige Stöße nach einander, und ließ dann immer die Luft, die sich frey gemacht hatte, aufsteigen. Die ersten Schläge des Wassers gegen sich selbst, waren sehr stark: denn die zu Anfange noch kleine Luftblase, die die Ursache der Trennung des Wassers war, widerstand der Vereinigung desselben nicht sehr. Da aber auf jeden Stoß neue Luft frey ward, so wurden die Schläge immer schwächer, wie ich sowohl an meiner Hand fühlen, als auch an dem Schalle bemerken konnte. Dann hörte ich mit Schütteln auf, und es stiegen sogleich eine oder mehrere Luftblasen von verschiedner Größe, und oft in großer Anzahl in die Röhre auf. Wenn ich dieß einige Stunden lang fortgesetzt hatte, so war das Wasser durch und durch mit kleinen Luftblasen, wie mit Staube, vermischt. Diese trieb ich nun alle auf einmal heraus, indem ich die Kugel nur in laulichtes Wasser brachte. Die Dünste schwellten sogleich diese Blasen auf, es entstand in der Kugel ein so lebhafter Schall, als ob sie in Stücken spränge, und eine Menge kleiner Luftblasen, welche denen sich verdichtenden Dünsten entwischten, drang durch die Wassersäule in der Röhre bis an die Spitze hinauf.

1035.

1035. Wenn ich aufhörte, das Wasser zu schütteln, so giengen die kleinen Luftblasen, die bey jedem Stoße zurückblieben, und den folgenden Platz machten, aufs neue in die Zwischenräume des Wassers zurück, so daß es nach Verlauf einer Stunde durch die stärksten Stöße nicht mehr getrennt werden konnte. Ich wußte, daß diese kleinen Blasen nicht herausgehen könnten, wenn das Thermometer horizontal läge, wobey sie nothwendig in der Kugel bleiben mußten: sie verschwanden aber auch in dieser Lage. Ich setzte nun mein Thermometer in siedendes Wasser, und so oft sich noch Luft im Wasser befand, die entweder schon elastisch war, oder durch die Hitze elastisch werden konnte, so trieben die Dünste, die in die Luftblasen eindrangen, die Wassersäule bis in die Spitze der Röhre. Ich ließ also das Wasser kalt werden, und fieng an, das Thermometer von neuem zu schütteln.

Wenn ich so sechs bis sieben Stunden, entweder in einem fort, oder zu verschiednen Zeiten, fortgefahren war, so trieb ich die an der Spitze versammlete Luft aus der Röhre (1026), und fieng von neuem an zu schütteln. Die Luft, welche bey dieser zweyten, oder auch bey einer dritten Wiederholung herausgieng, war so sehr verdünnt, daß viele tausend Blasen, die aus dem Wasser gegangen waren, nach einigen Stunden nur einen sehr kleinen Raum einnahmen, wenn sie durch die Wassersäule, welche die Dünste in die Höhe trieben, zusammengedrückt wurden.

1036. Wenn dieß Verfahren bald zu Ende war, so hielt das Wasser immer höhere Grade der Wärme aus, ohne in die Spitze der Röhre getrieben zu werden.

werden. Endlich hielt es selbst die Wärme des siedenden Wassers aus, ob es gleich von dem Drucke der Atmosphäre befreyt war.

Ich will nunmehr den Verlauf einer solchen Arbeit bis an ihr Ende umständlich beschreiben, nach einem meiner Thermometer, das dieselbe bis zu Ende glücklich ausgehalten hat.

Sechster Versuch.

1037. Die Röhre dieses Thermometers war 11 Zoll lang, sein Durchmesser im Lichten ohngefehr $\frac{3}{4}$ Lin., der Durchmesser der Kugel 8 Linien, und die Röhre da, wo sie aus der Kugel kömmt, ausgeschweift. Das Wasser stand im schmelzenden Eise in der Röhre 4 Zoll und 8 Linien hoch: und da es die Hitze des siedenden Wassers ertragen konnte, trat es darinn 2 Zoll, 4 Lin. höher: es blieb also von seiner Oberfläche bis an die Spitze der Röhre noch ein Raum von 4 Zollen übrig. Dieser Raum war ziemlich leer von Luft: denn da ich die Wassersäule durch eine noch größere Hitze in die Höhe getrieben hatte, nahm alle die vorher in dem cylindrischen Raume von 4 Zoll Höhe enthaltene Luft, nicht mehr als $\frac{1}{4}$ Lin. Raum ein.

Das in diese Thermometerröhre eingeschloßene Wasser, welches von dem äußern Drucke der Luft fast gänzlich frey war, hielt darinnen ohne die geringste Bewegung die Hitze des siedenden Wassers so lang aus, als ich nur Gedult hatte, es in dasselbe zu halten.

Inzwischen fürchtete ich immer noch, durch diesen Versuch betrogen zu werden. Das Wasser in der Röhre war hinlänglich erwärmt, um Dünste

in ihre Spitze aufsteigen zu lassen. Ich fürchtete also, dieser Raum, den ich von aller elastischen Materie ganz frey annahm, könne mit **Dünsten** erfüllt seyn, die einerley Wirkung mit der **Luft** selbst hervorbringen könnten. Um mich über diesen Zweifel zu beruhigen, steckte ich den obern Theil der Röhre durch Leinwand, auf die ich gestoßenes Eis legte, welches die Röhre ganz umgab, um die Dünste, die sich darinnen gesammlet haben möchten, zu verdichten. Aber dieß that keine Wirkung auf das Wasser, welches die Hitze des siedenden immer mit gleicher Ruhe aushielt.

1038. Ich ließ das Eis um den obern Theil der Röhre liegen, und setzte die Kugel des Thermometers in **Oel**, das ich langsam erwärmt hatte. Das Wasser stieg in der Röhre um 4 Linien höher, als es im siedenden Wasser gestanden hatte; die Wärme des **Oels** war 87 Grad: bey diesem Punkte ward die Wassersäule durch **Dünste**, die sich in der Kugel erzeugten, mit großer Heftigkeit in den obern Theil der Röhre getrieben; und da sich das Wasser wiederum ein wenig abgekühlt hatte, gieng noch eine Luftblase aus diesen **Dünsten**.

1039. Nun öfnete ich die Spitze meines Thermometers, um das Wasser darinnen dem Drucke der Atmosphäre auszusetzen. Das Barometer stand nahe bey 27 Zoll. Ich setzte das Wasser wiederum ins **Oel**, das ich langsam immer noch mehr erwärmte. Es stieg $5\frac{1}{4}$ **Lin.** höher als vorher, da die Röhre verschloßen war, und jetzt entstanden bey einer Wärme des **Oels** um die Kugel von 93 Graden, **Dünste** im Wasser, die nicht allein die Säule in der Röhre, sondern auch einen Theil des in der Kugel enthaltenen Wassers heraustrieben.

1040. Nach diesem Heraustreiben, das mit einiger Heftigkeit geschahe, blieb das Wasser in der Kugel ruhig, und kochte noch nicht: nur erhob sich längst der Wände der Röhre eine Lage Wasser aus verdichteten Dünsten, die endlich die Röhre verstopfte, und eine Wassersäule in derselben schwebend erhielt. Diese Säule bekam von unten immer mehr Zugang an Wasser, und wurde dadurch immer höher, bis sie die Spitze erreichte, durch welche sie nach und nach herauslief. Dabey kochte das Wasser nicht, obgleich das Oel mehr als 100 Grad Wärme hatte.

1041. Es fiel mir noch ein Zweifel über diesen Theil des Versuchs ein: ich befürchtete, es könne die schwebend erhaltene Wassersäule das Kochen verhindert haben, indem sie vielleicht den Dünsten nicht sowohl durch ihren Druck, als durch ihr Reiben an der Röhre Widerstand gethan habe. Dieser Zweifel erstreckte sich sogar bis auf den Anfang meines Versuchs, bey welchem ich Fehler aus eben dieser Ursache befürchtete.

Um mich hiervon zu versichern, zog ich eine Glasröhre an der Lampe in eine dünne lange Spitze aus, brachte diese Spitze in die Röhre, und saugte durch sie an der schwebenden Wassersäule. So ward die Röhre auf einen Augenblick frey; es erfolgte aber im Wasser keine Veränderung.

1042. Endlich, da die Hitze des Oels bis auf 112 Grad zugenommen hatte, ward eine neue Wassersäule, die sich indessen in der Röhre gebildet hatte, auf einmal herausgetrieben: es stiegen sehr dichte Dünste auf, das Wasser kochte mit Geräusch, und dieß daurete so lange, bis es völlig verdünstet war.

1043. Dieser Versuch benahm mir alle Zweifel über die Richtigkeit der Grundsätze, die mich auf denselben geführt hatten. Ich sahe hier zweyerley Dinge deutlich. Zuerst, daß das **Wasser**, wenn es die Luft mit keiner großen Oberfläche berühret, und also nicht so viel Wärme an dieselbe verliert, noch vor dem **Kochen** eine weit größere Wärme annehme, als eine Wassermasse, die der Luft gänzlich ausgesetzt ist, selbst während des **Kochens** annimmt. Zweytens sahe ich auch, daß unter diesen Umständen die gänzliche Beraubung des Drucks der Atmosphäre in dem Grade der Wärme, die das Wasser annehmen kann, nur einen sehr kleinen Unterschied mache, im Vergleich mit dem, den sie machen sollte, wenn man nach der Verhältniß der Verminderungen der Wärme des in freyer Luft kochenden Wassers und der zugehörigen Barometerfälle rechnet: daß folglich ein großer Theil dieser Verminderungen von einer andern Ursache herrühre, welche keine andere seyn kann, als der größere **Verlust** der Wärme, den das **Wasser** in dünnerer **Luft** leidet. Dieses letztere wird sich aus den folgenden Versuchen als eine unmittelbare Folge herleiten lassen.

1044. Diese beyden Sätze waren nun zwar durch meine **Wasserthermometer** vollkommen bestätiget; aber doch gaben mir meine Versuche mit diesen Werkzeugen noch keine zuverläßigen Bestimmungen. Ich konnte nicht glauben, daß das darinn enthaltene Wasser wirklich den Grad der Wärme des Oels angenommen habe. Denn die Röhre und das Wasser in derselben wurden sehr heiß, und theilten also der **Luft** einige Wärme mit, welches

nicht

nicht anders als mit Verringerung der Wärme des Wassers in der Kugel geschehen konnte. Ich konnte aber auch nicht darauf rechnen, daß der Grad der Wärme, den man dem Oele hatte mittheilen müßen, um das in der Kugel zurückgebliebene Wasser zu kochen, den Grad der Wärme dieses Wassers genau ausdrücke; weil alsdann das Wasser schon die Luft mit einer größern Oberfläche berührte, und also unaufhörlich einen großen Theil der erhaltenen Wärme verlohr. Ich war sogar überzeugt, daß die Wärme dieses zurückbleibenden Wassers, ob es gleich kochte, geringer war, als diejenige, die es angenommen hatte, als die Kugel noch voll war.

1045. In diesen Zweifeln wurde ich noch durch die verschiednen Grade der Wärme bestärkt, die ich dem Wasser bey meinen Versuchen hatte geben müssen, um es zum **Kochen** zu bringen, und die ich hier wiederholen will.

Beym 2ten Versuche kochte das Wasser
in dem großen Gefäße erst bey
einer Wärme von . . 121 Grad
3ten. Die **Wassertropfen** kochten
auf dem Boden des kleinen Ge-
fäßes bey . . 101
4ten. Die **Wassertropfen** zerplatz-
ten im Oele bey . . 89-90
5ten. Das Wasser kochte auf dem Bo-
den der Matrasse bey . . 112
6ten. Auch kochte es in der Kugel mei-
nes Thermometers bey . . 112

Aus dieser Verschiedenheit schloß ich, daß ich die wahre Größe der vom Wasser angenommnen **Wärme** nicht erfahren würde, wofern ich nicht in das Wasser selbst ein Thermometer setzte.

1046. Alle meine Versuche ein Thermometer in Wasser, das vorher von Luft gereiniget war, zu setzen, waren vergeblich: das Thermometer brachte immer wieder Luft hinein. Ich muste also das Wasser in Matrassen, welche schon ein Thermometer enthielten, erst von Luft reinigen. Dieß hat mir unglaubliche Mühe gekostet, die ich aber gern übernahm, weil sie einen glücklichen Erfolg hatte.

1047. Unter **Matrassen** verstehe ich hier weite Röhren, an welche ich größere Kugeln blasen ließ. Die erste Röhre, die ich gebrauchte, hatte nahe bey der Kugel eine Weite im Lichten von 3 Linien; ward aber oben ein wenig weiter. Sie war 10 Zoll lang; 6 davon nahm das **Wasser** ein, und die übrigen 4 sollten **luftleer** werden. Die Kugel hatte die Gestalt einer Birne, und an ihrem weitsten Theile einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Zoll.

In dieser **Matrasse** befand sich ein kleines Queckſilberthermometer, dessen Kugel beynahe den Boden erreichte. Es ward dasselbe durch zwo Klammern von meßingnem Drath festgehalten, die die Röhre umschloßen, und sich mit ihren gebognen Enden stark gegen die Wände der Matrasse stemmten. Die Grade des Thermometers waren bloß mit Fäden von roher Seide bezeichnet, welche fest um die Röhre gebunden waren.

1048. Sobald die Luft über dem Wasser heraus war, fieng ich an, dasselbe wie in den vorigen Thermometern, zu schütteln. Damit fuhr ich vier Wochen lang fort, und diese Zeit über legte ich die Matrasse fast nie aus den Händen, ausser wenn ich schlief, Verrichtungen in der Stadt hatte, oder zu irgend etwas beyde Hände gebrauchen muste. Ich schüttelte

das

das Wasser immerfort beym Essen, Lesen, Schreiben, Spatzierengehen, selbst bey Besuchen meiner Freunde; und nach Verlauf dieser Zeit gieng noch immer bey jedem Stoße Luft aus demselben.

1049. Gegen das Ende dieser Zeit traf es sich bisweilen, oft selbst im währenden Schütteln, daß sich das Wasser nicht mehr theilen wollte. Alsdann setzte ich es in siedendes Wasser, und es erwärmte sich gemeiniglich bey jedem neuen Eintauchen etwas mehr, ehe es durch die Dämpfe heraufgetrieben ward. Inzwischen war auch oft, wenn es schon eine Wärme von 70 bis 75 Graden ausgehalten hatte, wiederum eine von 30 bis 40 Graden zureichend, die nemliche Wirkung hervorzubringen, ob es sich gleich zuvor nicht hatte trennen lassen; d. h. obgleich keine wirklich elastische Luft mehr darinnen war, die an irgend einer Stelle den Zusammenhang der ganzen Masse hätte unterbrechen können. Dieß kam ohne Zweifel daher, weil einige Lufttheilchen darinnen eben im Begrif standen, ihre Elasticität wiederzuerhalten; oder nach der Hypothese, die mir so wahrscheinlich vorkömmt, die sehr nahe daran waren, aus den engen Zwischenräumen des Wassers herauszugehen: wobey denn eine geringe Vermehrung der Wärme hinlänglich war, sie vollends frey zu machen.

Das Wasser warf bey einer noch viel geringern Wärme Blasen, ob es gleich schon eine Wärme von 75 Graden ausgehalten hatte, wenn es Luft enthielt, die schon elastisch geworden war. Schon die bloße Wärme meiner Hand, (wenn ich sie so lang an die Kugel des Kolbens hielt, bis das innere Thermometer zwischen 24 und 25 Grad stand) reichte

zu, diese Wirkung hervorzubringen: nur waren die **Dünste**, die durch diese geringe Wärme entstanden, nicht so **elastisch**, und hoben die Wassersäule nur wenig in die Höhe.

1050. So erklären sich die Erscheinungen, welche das Erwärmen flüßiger Materien im leeren Raume begleiten, und deren große Verschiedenheit die Naturforscher sonst in Verlegenheit setzte, weil sie sie für ein wirkliches **Sieden** hielten. Wieviel Mühe giebt sich nicht der Abt **Nollet**, um eine Ursache zu finden, warum das Wasser, das er im **leeren Raume** erwärmte, nachdem es erst durch eine Wärme von 25 Grad in Bewegung gesetzt worden, und dann bey einer von 45 Grad ohne Bewegung geblieben war, wieder anfieng, bey einer von 31 Grad in Bewegung zu kommen (*n*)? Wie viel höher würde seine Verlegenheit gestiegen seyn, wenn er, der diese Erscheinungen alle mit dem wirklichen **Sieden** vermengte, **Wasser** bey 24 bis 25 Grad Wärme hätte Blasen werfen sehen, wenn es vorher 75 Grad ohne die geringste Bewegung ausgehalten hatte?

1051. Da sich also das Wasser in meiner **Matrasse**, dieses Anscheins von Zurückegehen ohngeachtet, doch immer im **leeren Raume** mehr und mehr erwärmen ließ, und da es sich auch immer mehr und mehr über 80 Grad erwärmte, wenn ich die Röhre öfnete, und die aus dem Wasser freygewordene Luft herausgehen ließ, so hatte ich die größte Hofnung, in meiner Untersuchung bald glücklich zu seyn; als ich

(*n*) Mém. de l'Ac. roy. des Sc. à Paris, ann. 1748. in 12mo p. 128.

ich durch einen Zufall um die Matrasse kam. Auf einen Augenblick verlohr ich den Muth: aber ich war schon zu weit in meiner Entdeckung gekommen, als daß ich der Begierde, sie zu vollenden, langen Widerstand hätte leisten können. Ich unternahm also den Versuch von neuem, mit einigen zur Abkürzung dienlichen Veränderungen.

1052. Ich wuste gewiß, die einzige Ursache, warum es mir in der Matrasse schwerer werde, die Luft aus dem Wasser zu treiben, als in den vorigen Thermometern, liege bloß in der Menge des Wassers. Ich fiel also darauf, den Versuch in einer Matrasse mit einer kleinern Kugel zu wiederholen. Dabey aber muste auch die Röhre enger seyn; denn sonst wäre der **Verlust** der **Wärme** durch die Oberfläche, merklicher geworden. Aber eine engere Röhre erforderte ein sehr kleines Thermometer. Es gelang mir endlich eines zu verfertigen, das empfindlich genug war, und doch in eine Röhre von $2\frac{1}{3}$ Lin. Durchmesser gieng, weil seine Kugel die Gestalt einer Olive hatte. Da also diese Röhre enger, als die vorige war, so konnte ich ihr auch eine kleinere Kugel geben.

1053. Mit diesen Werkzeugen habe ich meinen letzten Versuch gemacht. Und da ich mich auf diesen vorzüglich gründen will, so scheint es mir nöthig, ihn mit allen Umständen zu erzählen. Ich schreibe deswegen das Tagebuch ab, das ich darüber gehalten habe, mit allen dabeystehenden Anmerkungen, so wie diese durch die jedesmaligen Umstände sind veranlasset worden.

Siebenter Versuch.

Birnförmige Kugel der Matrasse

Ihr größter Durchmesser	1 Zoll
Höhe	1 1/2

Röhre

Ihre Länge, ohne die Kugel, und ohne das in eine Spitze gezogne obere Ende	12
Weite im Lichten, an der Kugel	2 1/16 Lin.
Weite im Lichten, an der Spitze	2 3/8

Thermometer, in die Matrasse eingeschloßen

Durchmesser seiner Kugel	3 1/4
Durchmesser seiner Röhre	1 1/2

Gänzliche Länge desselben	6 Zoll
Höhe, die das Wasser über dem Boden der Matrasse haben soll; welches eben diejenige ist, die es in dem Gefäße hat, in welchem ich meine Beobachtungen der **Wärme des siedenden Wassers** angestellt habe	9
Länge des Theils der Röhre, der beym Versuche **luftleer** bleiben soll	4 1/2

Den 31 Merz 1771.

1054. Ich füllte meine **Matrasse** mit warmen **Wasser**, das ich eben eine sehr lange Zeit gekocht, und dann noch in einer Flasche geschüttelt hatte, damit es nicht mehr so viel Luft, als das gemeine Wasser, enthalten möchte.

Sobald ich die Luft aus dem obern Theile der Röhre getrieben hatte (1022); stiegen aus dem

Was-

Wasser einige Luftblasen, die es aus der Spitze der Röhre herabtrieben. Hierauf kochte es sehr stark in der Kugel. Die Dünste wurden am Eingange der Röhre aufgehalten, und erhielten die Wassersäule in der Höhe. Aber aus dieser Anhäufung von Dünsten stiegen beständig Luftblasen auf, giengen durch die Wassersäule hindurch, und setzten sich in den obern Theil der Röhre.

1055. Das Wasser hörte auf zu kochen, als es noch 26 Grad Wärme hatte. Dieß rührte von dem völligen Herausgehen der schon befreyten Luft her: denn, als ich anfieng, die Matrasse zu schütteln, und sich neue Luft loßmachte, so fieng das Blasenwerfen wieder an, daurete aber nur einen Augenblick. Es kam darauf bey jedem Stoße wieder, wenigstens ward jede freygemachte Luftblase von **Dämpfen** aufgetrieben, bis die Wärme des Wassers unter 24 Grad war. Diese **Dämpfe** stiegen wie kleine Kugeln aus der Kugel des Kolbens, so bald sie aber in die Röhre traten, wo sich das Wasser schneller abkühlete, verdichteten sie sich, und liessen eine kleine Luftbase über das Wasser aufsteigen (1002).

Den 2ten April.

1056. Ich hatte drey Tage lang das Wasser in meiner **Matrasse**, täglich wenigstens fünf Stunden lang geschüttelt. Auch hatte ich es von Zeit zu Zeit in heisses Wasser gesetzt: wenn es etwa 25 bis 26 Grad Wärme erlangt hatte, so entstanden schon **Dünste** in der Kugel, und trieben die Wassersäule in der Röhre bis an die Spitze hinauf. Inzwischen ließ ich die Matrasse eine Zeitlang im heißen Wasser; die **Dünste** erhielten alsdann mehr Federkraft, und

drückten die Wassersäule gegen die Spitze der Röhre, wo die schon aus dem Wasser freygewordene Luft ihr Widerstand that. Diese nahm jetzt einen Raum von 1 Zolle ein; und die schwingende Bewegung, mit welcher hier Luft und Wasser gleichsam gegen einander kämpften, zeigte mir, daß die erstere beynahe einerley Dichte mit der äußern Luft habe.

1057. Heut ließ ich diese Luft, die im obern Theile der Röhre versammlet war, heraus, und so bald ich die Spitze zugeschmolzen hatte, warf das Wasser fast eben so, wie das erstemal, Blasen. Nur hörte es jetzt eher auf sich zu bewegen, als das vorigemal, da es hierzu mehr von seiner Wärme verlieren muste, als jetzt. Aber, so oft ich an die Matrasse stieß, bildeten sich neue Dünste in der Kugel, und jede Dunstblase ließ, wenn sie sich verdichtete, eine Luftblase loß, welches so lange daurete, bis die Wärme des Wassers unter 24 Grad war.

Den 7ten April.

1058. Ich hatte meine Matrasse seit dem 2ten stark geschüttelt, und das Wasser hatte immerfort bey jedem Stoße eine große Menge Luftblasen gegeben. Auch trennte es sich leicht, wenn ich nur nicht lang mit der Arbeit nachließ. Aber die Pause vom Abend bis zum Morgen machte allezeit, daß es sich nicht mehr trennen, folglich auch nicht mehr schütteln ließ.

Um also die Arbeit wieder anfangen zu können, muste ich die Matrasse in warmes Wasser setzen. Das darinnen enthaltene Wasser nahm täglich einen höhern Grad der Wärme an, ehe es durch die Dünste getrennt wurde, d. i. ehe es Blasen warf. Diesen Morgen stieg seine Wärme schon bis 40 Grad, als

als die in der Röhre enthaltene Säule durch die Dünste hinaufgetrieben ward. Aber einige Zeit hernach, nach einem Stillstande, der es unfähig gemacht hatte, sich **trennen** zu lassen, ward die Säule, nachdem ich es wieder in heisses Wasser setzte, durch 26 Grad Wärme heraufgetrieben.

1059. Die während dieser fünf Tage aus dem Wasser gegangene Luft, nahm an der Spitze der Röhre, wo sie fast eben so stark, als das vorigemal, verdichtet war, nur einen Raum von etwa 2 Linien Höhe ein. Ich ließ sie heraus, und dießmal nahm das in der offenen Röhre befindliche und von dem Drucke der äußern Luft beschwerte Wasser, 90 Grad Wärme an, ehe sich Dünste in demselben bildeten.

Nachdem die luftleere Matrasse wiederum zugeschmolzen war, zeigte das Wasser eben die Erscheinungen, wie bey den vorigen Versuchen.

Den 8ten.

1060. Da ich gestern etwas mehr Zeit, als gewöhnlich, auf meine Arbeiten hatte verwenden können, so schüttelte ich das Wasser fast ohne Aufhören, und behielt dabey die Kugel der Matrasse in der Hand, um durch die Wärme derselben das Herausgehen der Luft zu befördern. Zu Ende dieses Tages waren die Luftblasen, die sich bey dem Schütteln loßmachten, fast unmerklich: und wenn ich einige Minuten lang aufhörte, das Wasser zu schütteln, so ließ es sich nicht mehr trennen, bis ich die Matrasse wiederum in siedendes Wasser brachte.

1061. Ehe sich die Theile des Wassers untereinander selbst, und mit dem Glase so stark verbanden,

daß

daß sie sich nicht trennen ließen, bemerkte ich fast allezeit etwas, wovon ich schon oben (1049) geredet habe, und das meine Erklärung des Siedens der flüssigen Materien, und des davon unterschiednen Aufwallens bestätiget (1003). Wenn ich aufhörte zu schütteln, so war die erste Wirkung allemal diese, daß meine Hand dem in der Kugel enthaltenen Wasser etwas mehr Wärme mittheilte. Das innere Thermometer stieg auf 24 Grad, und alsdann wurden alle die Luftblasen, welche ihrer Kleinheit wegen bey den vorigen Stößen zurückgeblieben waren, durch die Dünste aufgeschwellet, und verursachten ein **Aufwallen**, welches über meiner Hand aufhörte: denn da das in der Röhre enthaltene Wasser nicht so warm war, als das in der Kugel, so verdichteten sich daselbst die Dünste, und ließen die kleinen Luftblasgen gehen, durch welche sie entstanden waren. Aber dieses **Aufwallen** daurete nicht lange: sobald die kleinen durch die vorigen Stöße elastisch gewordenen Luftblasgen aus dem Wasser gegangen waren, so entstanden keine Dünste mehr, ob ich gleich immerfort die Matrasse in der Hand hielt; und alsdann ließ sich das Wasser nicht **trennen**, bis sich durch eine größere Hitze, wie z. B. die des siedenden Wassers, neue **Luft** loßgemacht hatte.

1062. Auch habe ich bey eben dieser Arbeit eine andere Erscheinung wahrgenommen, welche die Meinung von der geschwinden Zerstreuung der Wärme des Wassers **im leeren Raume** bestätiget (972). Allemal, wenn beym Schütteln des Wassers ein großer **leerer Raum** in der Kugel entstand, fühlte ich an der Hand, in welcher ich dieselbe hielt, ein geschwindes Erkalten. Das Wasser, mit welchem das Glas von innen benetzt blieb, verlohr seine Wär-

me

me schnell im leeren Raume; also gieng die Wärme aus dem Glase und meiner Hand dahin über, um den Verlust zu ersetzen (o).

1063. Ich komme wieder auf meine Arbeit zurück. Das Wasser in meiner Matrasse ward immer fähiger, Wärme anzunehmen, ohne neue Luft hervorzubringen; die Dünste, die sich in den freygewordenen Luftblasen bildeten, wurden immer elastischer, weil sie wärmer waren, so daß das durch diese Dünste fortgetriebene Wasser ohnfehlbar die Spitze der Röhre zerbrochen hätte, wenn nicht schon ein wenig Luft an derselben versammlet gewesen wäre. Um aber dieselbe noch fester zu verwahren (weil die am Gipfel zusammengedrückte Luft nur eine Blase von der Grösse eines Senfkorns ausmachte), ließ ich einen Wassertropfen an dieselbe laufen, indem ich die Röhre in horizontaler Lage schüttelte.

1064. Als ich diesen Morgen das Wasser eine Zeitlang geschüttelt hatte, öfnete ich die Spitze der Röhre, um die Luft über dem Wasser herauszulassen. Weil aber die Oefnung der Spitze durch das öftere Abbrechen zu groß geworden war, um das durch sehr heiße Dünste hinaufgetriebne Wasser aufzuhalten, so ließ ich dießmal die Luftblase, die sich bey den letztern Stößen angesammlet hatte, in der Kugel (1028.).

Sobald

(o) Die beyden Erscheinungen, deren ich eben gedacht habe, kommen gänzlich mit demjenigen überein, was man schon in dem kleinen von Herrn Franklin beschriebnen und nun hinlänglich bekannten gläsernen Werkzeuge beobachtet hat, welches aus einer Röhre besteht, die an beyden Enden gebogen, und mit Kugeln versehen ist. Diese Röhre ist zum Theil mit Wasser gefüllt, übrigens aber luftleer. (*Lettre de Mr. Franklin à M. G. W.* bey der 4ten Ausgabe seiner *Expér. et Observ. sur l' Electricité*).

Sobald die Spitze abgebrochen war, und der Druck der äußern Luft wirkte, ward diese Blase so klein, daß ich sie aus den Augen verlohr. Ich setzte die Kugel der Matrasse in Oel, das 100 Grad Wärme hatte, und da das Wasser 70 Grad angenommen hatte, sahe ich die Blase wieder, indem sie anfieng von **Dünsten** aufzuschwellen. Nach und nach sammleten sich mehr Dünste in ihr: allein nicht eher, als bey einer Wärme des Wassers von 80 Grad konnten sie die Säule bis an die Spitze der Röhre erheben, die ich nun augenblicklich zuschmolz.

Dießmal **wallte** das Wasser nach dieser Arbeit gar nicht **auf**, wie dieß sonst geschahe, wenn nach den ersten Verdichtungen der Dünste im obern Theile der Röhre der **leere Raum** erschien. Nur stiegen von Zeit zu Zeit Luftblasen aus dem Raume, in welchem die Dünste versammlet waren. Dieß war die Gegend unter der Röhre am Eingange in die Kugel, aus welcher man die Blasen kommen, und durch die Wassersäule in der Röhre hinaufsteigen sahe.

Den 10ten.

1065. Als ich diesen Morgen meine Matrasse in siedendes Wasser setzte, um das **Schütteln** wieder anfangen zu können (1058), so nahm die seit dem 8ten freygewordene Luft, die an der Spitze der Röhre von der durch die Dünste gehobnen Wassersäule zusammengedrückt ward, nicht mehr als 2 **Linien** hoch Raum ein. Ich ließ sie heraus, und **schüttelte** das Wasser fast den ganzen Tag über. Endlich ließ es sich fast gar nicht mehr trennen, und ich muste es oft in siedendes Wasser setzen, um die Befreyung der Luft zu befördern. Ehe aber neue Luft zum

Vor-

Vorschein kam, mußte das Wasser gemeiniglich erst 60 Grad Wärme annehmen: und alsdann trieben die Dünste das Wasser so heftig gegen die Spitze, daß sie ohne den Wassertropfen, den ich allezeit daran brachte, gewiß zerbrochen wäre.

Dennoch ließ sich kurz darauf das Wasser wiederum bey einer Wärme von 30 Grad durch die Dünste trennen. Ohne Zweifel kam dieß daher, daß zwar keine schon elastische Luft, aber doch solche darinnen befindlich war, die eben elastisch werden wollte (1001. no. 4.).

Den 14ten.

1066. Das Wasser ward nun immer fähiger, mehr Wärme anzunehmen. Gestern hatte ich eine Stunde lang größere und mehrere Luftblasen erhalten, als die vorigen Tage, ob ich gleich mein Verfahren in nichts änderte. Ich hatte es darauf in siedendes Wasser gebracht, und es hatte sich darinnen auf 65 Grad erwärmt, ehe sich die von den Luftblasen veranlasseten Dünste erzeugten. Die herausgegangene Luft, welche durch die erhobene Wassersäule an der Spitze der Röhre zusammengedrückt ward, machte daselbst eine Blase von $1\frac{1}{2}$ Lin. im Durchmesser.

1067. Diesen Morgen ließ ich die Luft heraus, nachdem ich an das Ende meiner Röhre eine sehr dünne Spitze gezogen hatte, durch welche das Wasser schwerlich dringen konnte, wenn es auch gleich von sehr heissen Dünsten getrieben ward. Bey dieser Vorsicht konnte ich alle aus dem Wasser freygewordene Luft hinaufsteigen lassen, ehe ich die Kugel der Matrasse in heisses Oel brachte (1029). Das

Oel hatte 100 Grad Wärme, und das Wasser nahm deren 93 an, ehe sich die Dünste darinn erzeugten, von denen ich erwartete, daß sie die Wassersäule an die Spitze der Röhre, und also die Luft hinaustreiben sollten. Ich glaube, daß der Widerstand, den das Wasser in der dünnen Spitze der Röhre erlitt, einen etwas stärkern Druck auf dasselbe verursachte, als er durch eine freye Wirkung der Atmosphäre erfolgt seyn würde, daß sich also auch darum das Wasser ein wenig mehr erwärmt habe, als geschehen seyn würde, wenn die Röhre eine ganz freye Oefnung gehabt hätte.

1068. Ich schüttelte nun das Wasser noch lange Zeit, und da ich nun nahe am Ziele meiner Arbeit zu seyn glaubte, so ließ ich noch einmal die wenige Luft heraus, die sich an der Spitze der Röhre gesammlet hatte, und welche jetzt kaum eine Linie im Durchschnitt betrug. Nach dieser Verrichtung, die mir diesmal weit besser, als gewöhnlich, gelang, wallte das Wasser nicht mehr auf, als es von der Spitze der Röhre zurücktrat. Es kam auch bey dem Schütteln fast gar keine Luft mehr zum Vorschein; oder ich konnte es vielmehr gar nicht mehr schütteln; denn es hörte alle Augenblicke auf, sich zu trennen. Ich schließe hieraus, daß es so rein von Luft ist, als sich erwarten läßt, und hoffe morgen diesen Versuch zu endigen.

Den 15ten.

1069. Eben habe ich am 16ten Tage meines Versuchs, denselben glücklich geendiget. Ich setzte meine Matrasse zuerst in Wasser, das noch nicht kochte; das Wasser in derselben erwärmte sich bis

65 Grad ohne einige Bewegung. Nun erwärmte ich das äußere Wasser, bis es heftig kochte: das in der Matrasse hatte dabey eine Wärme von 78 Grad erlangt, bey der es noch immer unbewegt blieb.

1070. Während der Zeit, welche nöthig war, um mein Oel bis auf den gehörigen Grad zu erhitzen, wollte ich sehen, ob irgend eine Veränderung erfolgen würde, wenn ich die Dünste verdichtete, die aus dem Wasser meiner Matrasse aufstiegen. Ich umgab also den luftleeren Theil der Röhre mit Leinwand, die in frisches Wasser getaucht war: die Dünste verdichteten sich auch wirklich, und man sahe sie längst der Röhre herabfließen; demohnerachtet entstand keine Bewegung im Wasser, welches fast eine halbe Stunde lang in diesem Zustande blieb; da indessen das äußere Wasser immerfort heftig kochte. Die beständige Wärme des Wassers in der Matrasse war ein wenig geringer, als 78 Grad. Aber das Glas, worinnen es enthalten war, verlohr etwas von seiner Wärme durch die Röhre, die über das siedende Wasser hervorragte: deswegen erhielt das Wasser nicht die ganze Wärme des siedenden, womit das Glas umgeben war, und verlohr auch davon noch etwas durch die Wassersäule, die in der Röhre emporstieg.

Bey diesem Grade der Wärme stand das Wasser in der Röhre um $8\frac{3}{4}$ Linien höher, als bey der Temperatur der äußern Luft, welche damals ohngefehr 12 Grad war.

Ehe ich meine Matrasse ins Oel setzte, ließ ich einen starken Wassertropfen an die Spitze laufen, weil ich voraus sahe, daß der Stoß des Wassers

gegen die Spitze sehr heftig seyn würde, indem theils die Dünste diesmal heisser, theils der **leere Raum** vollkommner, als vorher, war.

1071. Als das **Oel** 80 Grad Wärme hatte, setzte ich meine Matrasse hinein. Das Wasser blieb auf eben dem Grade, auf dem es im siedenden Wasser gestanden hatte. Ich hatte auch den obern Theil der Röhre mit feuchter Leinwand umwickelt, um die **Dünste** zu verdichten.

Ich erhitzte das **Oel** noch stärker; das Wasser erreichte den 78sten Grad, und in demselben Augenblick hörte ich einen lebhaften Schall, und fühlte einen Stoß in der Hand, in welcher ich die Matrasse hielt, ohne zu merken, woher beydes käme. Hernach aber sahe ich, daß die Spitze meiner Matrasse abgebrochen, und der Wassertropfen nicht mehr an ihr befindlich war. Also hatte das Wasser im Herausspritzen diese Spitze abgebrochen, aber der Druck der Atmosphäre hatte es zurückgestoßen, und beyde Bewegungen waren so schnell auf einander gefolgt, daß sie meinen Augen entgangen waren.

Hieraus schloß ich, daß ich, wenn auch noch etwas Luft im Wasser seyn sollte, dieselbe dennoch nicht heraustreiben könne, ohne mich einem Zufalle auszusetzen, der alle meine vorige Mühe vergeblich machen würde. Ich beschloß also, meinen Versuch damit zu endigen, daß ich den Grad der Wärme untersuchte, den dieses Wasser annehmen könnte, wenn der Druck der Atmosphäre frey darauf wirkte. **Das Barometer stand auf 27 Zoll.**

1072. Ich gab daher meiner Röhre eine große Oefnung, die ich, wenn das Wasser herauslaufen woll-

wollte, schnell mit dem Finger verschließen könnte: denn ich war Willens, dieses von Luft gereinigte Wasser aufzubewahren.

Ich verstärkte das Feuer um mein Oel; da dieses 97 Grad Wärme hatte, hatte das Wasser in der Matrasse deren 89. In der Röhre stand es um $2\frac{3}{4}$ Linien höher, als es vorher bey der Wärme des siedenden Wassers gestanden hatte.

Endlich, da das Oel 98, und das Wasser $89\frac{4}{5}$ Grad Wärme hatte, wurde das letztere mit solcher Gewalt herausgetrieben, daß in der Röhre fast 5 Zoll fehlten, ob ich gleich den Finger bereit hielt, es aufzuhalten, und es auch in der That den Augenblick aufhielt.

Nun war also mein Versuch geendiget. Es folgt daraus, daß eben das Wasser, welches frey vom Drucke der Atmosphäre nicht mehr als 78 Grad Wärme ertragen kann, ohne durch die Wirkung des Feuers zertrennt zu werden, deren $89\frac{4}{5}$ annehme, wenn es von diesem Drucke beschwert wird, zu einer Zeit, da er mit 27 Zoll hoch Queckſilber das Gleichgewicht hält.

1073. Wasser, das bis auf diesen Grad von Luft gereinigt ist, verstattet dieser leicht den Zugang von neuem. Indem ich das Ende des Versuchs beschrieb, ließ ich die Matrasse offen, so daß wohl noch eine halbe Stunde vergieng, ehe ich das herausgelaufene Wasser wiedererseßte. Ich nahm dazu siedendes Wasser, weil dieß nicht soviel Luft enthält, und es vereinigte sich mit dem übrigen wohl 4 Zoll weit von der Kugel. Nun zog ich das Ende der Röhre in eine Spitze, die ich offen ließ. Ich seßte

die Matrasse in Oel, und das Wasser konnte nur 80 Grad Wärme ertragen. Sobald es diese hatte, gieng neue Luft heraus, und verursachte Dünste. Wenn die Spitze der Röhre luftleer und verschloßen war, so wallte das Wasser auf, und brachte fast eben soviel Luft hervor, als wenn ich es zum erstenmale eingeschloßen hätte. Ich schüttelte es einige Stunden lang, und es gab ziemlich große Luftblasen. Ich trieb diese heraus, verschloß die Matrasse, und ließ sie in diesem Zustande. Ich habe sie nachher in siedendes Wasser setzen wollen, aber das darinnen enthaltene Wasser kann die Hitze des siedenden nicht mehr ertragen.

Dieß ist das über diesen Versuch gehaltene Tagebuch; ich gestehe, es ist ein wenig weitläufig, aber ich konnte nichts ohne Schaden weglassen, und bey neuen Versuchen, aus denen man systematische Folgen ziehen will, kann man in Beschreibungen nicht zu umständlich seyn. Wie kann der Freund der Wahrheit einem System Glauben beymessen, dessen Gründe man ihm nicht ganz eröfnet? Wie kann man sonst von ihm verlangen, daß er durch seine eignen neuen Bemühungen mit strenger Aufmerksamkeit den ersten Erfinder unterstützen soll, dessen Aufmerksamkeit bisweilen ermüdet, und der Partheylichkeit verdächtig ist? Da ich aber vornemlich für solche Leser schreibe, die zur Entdeckung der Wahrheit etwas beytragen können, so durfte ich auch nichts von dem verschweigen, was sie hier mit Recht erwarten konnten.

Eilftes Capitel.

Untersuchung der Gesetze, denen der gleichzeitige Anwachs und Verlust der Wärme folgen, wenn das Wasser bey verschiednen Barometerhöhen kocht. Anwendung auf die Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers, und einige andere Erscheinungen.

1074. Als meine Versuche über die verschiednen Grade der Wärme, die das Wasser bey verschiednem Drucke der Luft annehmen kann, soweit gekommen waren, als ich im vorigen erzählt habe, so versuchte ich, sie nach den angenommenen Grundsätzen zu berechnen. Ich erhielt dabey eine Genauigkeit, die ich kaum hatte erwarten können. Ich will inzwischen nicht behaupten, die Gesetze der Natur genau entdeckt, sondern nur, die wahren Ursachen dieser Wirkungen gefunden zu haben. Solche Gesetze lassen sich aus Erscheinungen, die in unsere Sinne fallen, nur sehr schwer entdecken. Ich will dieß an diesem Gegenstande selbst zeigen, und zugleich darthun, wie vorsichtig man in Anwendung der Rechnung auf physikalische Gegenstände seyn müße.

Dieser Grundsatz scheint anfänglich dem zu widersprechen, was ich oben gesagt habe, daß man die Gesetze, nach denen sich die Erscheinungen richten, zuerst entdecken müße, ehe man es unternimmt, auf ihre Ursachen zurückzugehen. Aber beydes läßt sich sehr wohl vereinigen; nur gehört jede dieser Regeln für einen besondern Zeitpunkt der physikalischen

Untersuchungen, wie ich bald an dem Beyspiele meines Versuchs zeigen will.

1075. So lange man das **Gesetz** noch nicht kannte, nach welchem die **Wärme des siedenden Wassers** bey dem **Fallen des Barometers** abnimmt, hätte man glauben sollen, dieß Abnehmen rühre einzig und allein daher, weil das Wasser bey einem stärkern oder schwächern Drucke mehr oder weniger fähig wäre, Wärme anzunehmen. Diese Erklärung schien mir so ungezwungen, daß ich mich kaum entschließen konnte, sie aufzugeben. Aber da ich ohngefehr das **Gesetz** entdeckte, dem diese Erscheinungen folgen, so entschloß ich mich bald dazu, und alle Folgen meiner ersten Meinung schränkten sich nun bloß darauf ein, daß ich mehr Versuche machte, ehe ich nachgab. Dieß ist ein Beyspiel zu dem ersten Grundsatze, dessen ich vorhin erwähnte, daß man die **Gesetze**, nach denen sich die Erscheinungen richten, zuerst entdecken müße. Dieser Grundsatz ist vornemlich ein Mittel, Irrthümer zu vermeiden: und wo es möglich ist, Wahrheit zu finden, da ist er der einzige Leitfaden, der mit einiger Sicherheit auf dieselbe führen kann.

1076. Inzwischen war das entdeckte **Gesetz der Verminderungen der Wärme des siedenden Wassers**, so einfach und regelmäßig es an und für sich ist, doch nur ein schwacher Leitfaden, wenn man auf die Ursachen dieser Verminderungen zurückgehen wollte. Die Simplicität darinn ist nur scheinbar, und die Wärme des siedenden Wassers nimmt aus verschiedenen Ursachen ab, deren **Gesetze** besonders betrachtet ganz verschieden von demjenigen sind, das in der gemeinschaftlichen Wirkung aller zusammengenommen erscheint.

1077. Wenn sich die Natur auf diese Weise vor unsern Augen verbirgt, so muß die Einbildungskraft ihr nachspüren. Aber für diese ist ein Zügel nöthig, und wir finden denselben an den Gesetzen der Erscheinungen, die fast allezeit Abwege verhindern, und uns allmählich in die Bahn hineindrängen, welche zur Wahrheit leitet. Und dieß ist auch alles, was wir erwarten können; wir sehen die Wahrheit nie anders, als von fern, und die Erscheinungen, welche in unsere Sinne fallen, zeigen uns die Wirkung der vornehmsten Ursachen nur unvollkommen: tausend kleine besondere Ursachen, deren viele nur in unsern Sinnen oder Werkzeugen liegen, verhindern uns die erstern wahrzunehmen. Wenn wir uns also durch überzeugende Mittel von dem wirklichen Daseyn der Hauptursachen, denen wir die Erscheinungen zuschreiben, versichert, und den Einfluß, den die besondern Ursachen haben können, so viel als möglich untersucht haben, so müssen wir in Absicht auf die Verbindung dieser Hauptursachen mit den davon abhangenden Erscheinungen mit einem beynahe zufrieden seyn.

1078. Ich habe unmittelbar aus Versuchen die Wirklichkeit der Ursachen bewiesen, denen ich vornemlich das Daseyn eines **Größten** in der Wärme des siedenden Wassers, und die Veränderungen derselben bey verschiednem Zustande der Luft zuschreibe. Auch habe ich versucht, die Gesetze dieser Ursachen aus einer Theorie, die sich auf Beobachtungen gründet, herzuleiten. Nun aber will ich die Mängel zeigen, die ich noch selbst an meinen Versuchen finde, und die der genauen Bestimmung der Gesetze, welchen die Natur bey diesen Erscheinungen folgt, ent-

gegenstehen. Inzwischen lassen sich die Gesetze, bey welchen ich hier stehen bleibe, mit soviel Genauigkeit, als man nur von ihnen erwarten kann, auf die Beobachtungen anwenden, wie ich in der Folge zeigen will. Aber wenn ich die letzten Folgen, die aus ihnen herfließen, untersuchen werde, so wird sich zeigen, daß der, welcher die Rechnung in aller Schärfe auf die Physik anwenden will, vergesse, was Physik sey, und was sie für Menschen auf immer bleiben werde.

1079. Ich will hauptsächlich von meinem letzten Versuche reden. Der erste Zweifel über die daraus gefundenen Bestimmungen entsteht daher, daß ich nicht versichert seyn kann, ob sowohl im leeren Raume als an der Luft, das Wasser in meiner Matrasse wirklich zum Sieden gekommen sey. An dieser Ungewißheit ist der schnelle Verlauf der Wirkungen Schuld, aus denen ich dieß beurtheilen mußte. Bey dieser Geschwindigkeit war es mir unmöglich zu bemerken, ob das, was das Wasser in die Röhre hinauftrieb, aus der Gegend, wo sich Kugel und Röhre berührten, oder aus dem innersten des Wassers käme. Sollte es ein wirkliches Sieden seyn, so mußte sich das erstere finden (*p*). Es sey dem aber, wie ihm wolle, so mußte wenigstens bey dieser

(*p*) Die großen Blasen, welche von der Oberfläche des Gefäßes aufsteigen, sind nicht immer ein Zeichen des wahren Siedens: weil die aus dem Wasser freygewordene Luft sich an den Wänden des Gefäßes eben so, wie im innersten des Wassers, ansammlen, und das verursachen kann, was ich Aufwallen genannt habe. Aber bey dem wahren Sieden kommen die Blasen allezeit von den Wänden des Gefäßes und von dem Punkte her, der die meiste Wärme erhält.

dieser Erscheinung das wirkliche **Sieden** nahe seyn. Ich muß sogar gestehen, daß es mir unmöglich scheint, das **Sieden** genau zu bemerken, und zugleich die gröſßte **Wärme**, die das Wasser erhalten kann, zu finden. Denn ich habe zu dieser Bestimmung nicht anders, als mit Hülfe meiner **Matrasse** gelangen können, die an Gestalt dem Thermometer ähnlich ist. Wenn aber diese verschloßen und von Luft gereiniget war, und die in der Kugel entstandenen **Dünste** einen Theil des Wassers an die Spitze der Röhre getrieben hatten, so ersetzte der Druck, den diese Dünste zwischen den beyden jetzt getrennten Wassermassen ausübten, einen Theil des Drucks der Atmosphäre, und das Wasser in der Kugel erwärmte sich so, wie an der Luft. Wenn hingegen die Röhre offen war, und ich die **Matrasse** im heissen Oele ließ, nachdem ein Theil des Wassers war herausgetrieben worden, so berührte der in der Kugel zurückgebliebene Theil die Luft mit einer gröſsern Oberfläche, und verlohr also an dieselbe mehr Wärme. Man kann also in keinem dieser Fälle von der Gröſße der Wärme, die das Wasser erhalten kann, anders urtheilen, als wenn es dem Sieden nahe ist, und so muß auch ich meine Beobachtungen ansehen.

1080. Eine andere Ungewißheit in diesen Bestimmungen rührt, von der Wärme des **Wassers** her; welches sich in der Röhre meiner **Matrasse** erhob. Dieses Wasser erhielt seine Wärme zum Theil mit einigem Verlust für die Wärme des Wassers in der Kugel; aber es kam hier darauf an, die letztere genau zu wissen. Also muß meine beobachtete Wärme auch aus dieser Ursache etwas geringer seyn, als sie ohne diesen Verlust gewesen wäre. Doch ich

halte

halte diesen Unterschied für gering, weil das Oel ein bis zwey Zoll über die Kugel stand, das Thermometer aber bis auf den Boden der Kugel reichte.

1081. Ueber diese beyde Ursachen der Ungewißheit muß ich noch die Bemerkung machen, daß ihre Wirkung ziemlich einerley seyn müße, so wohl in dem Theile des Versuchs, wo das Wasser mit dem Drucke der Atmosphäre beschwert, als auch in dem andern, wo es davon befreyt war: und daß sich folglich der Einfluß dieser Ursachen nur auf die absoluten Größen der Wärme in beyden Fällen erstreckt, nicht aber auf ihren Unterschied, den wir doch vornemlich in Betrachtung ziehen werden.

1082. Was aber die absoluten Größen anbetrift, so finden sich noch zwey Ursachen der Ungewißheit, die den erstern entgegengesetzt sind, und sie also haben aufheben können. Die erste ist das **Reiben** des Wassers an der Röhre, welches der Wirkung des Feuers einigen Widerstand thun, und also ein wenig mehr Wärme in der Kugel veranlassen kann; ob ich gleich in dem obenerwähnten Versuche (1041), keine merkliche Wirkung davon gefunden habe. Auch diese Ursache ist beyden Fällen gemein.

1083. Noch eine andere Ursache der Ungewißheit, die den beyden ersteren entgegengesetzt ist, geht nur den **im leeren Raume** gemachten Versuch an. Sie beruht darauf, daß in dem obern Theile der Matrasse noch ein wenig Luft bleiben muß, die durch ihren Druck auf die Oberfläche des Wassers verursachet, daß es ein wenig mehr Wärme annimmt, als wenn der Raum vollkommen **leer** wäre. Doch muß auch diese Wirkung sehr gering seyn, theils weil

weil man die wenige und sehr verdünnte Luft, die nach der letztern Ausleerung der Röhre noch herausgieng, im Vergleich mit dem Raume, durch welchen sie verbreitet war, fast für nichts rechnen kann, theils weil auch in der That das Abbrechen der Spitze durch den Stoß des Wassers ein Beweiß ist, daß die Luft keinen sonderlichen Widerstand gethan habe.

1084. Diese Ursachen der Ungewißheit sind so beschaffen, daß es beynahe unmöglich ist, ihre Wirkungen zu bestimmen. Ich begnüge mich also, sie angezeigt zu haben, nehme an, daß sie sich aufheben, oder daß ihre Wirkungen unmerklich sind, und bleibe bey den Bestimmungen, die unmittelbar aus meinem Versuche folgen: woraus sich denn ergiebt (1072), daß das **Wasser**, wenn es bloß mit seinem eignen Gewichte beschweret ist, nemlich mit dem Gewichte einer 9 Zoll hohen Wassersäule, von dem **Feuer** schon zurückgestoßen wird, wenn es nur 78 Grad **Wärme** hat; daß aber, wenn zu dem vorigen Gewichte noch der Druck der Atmosphäre hinzukömmt, welcher mit 27 Zoll hoch Queckſilber das Gleichgewicht hält, dieses Zurückstoßen nicht eher erfolge, als bis das Wasser $89\frac{4}{5}$ Grad **Wärme** angenommen hat.

1085. Wenn man nun annimmt, die **Vermehrung der Wärme** sey dem **Drucke** proportional, und die 27 Zoll Barometerhöhe in Linien ausdrückt, so findet man für jede **Linie** Wachsthum der Barometerhöhe, oder für jede gleichgeltende Vermehrung des Drucks der **Luft**, die Zunahme der **Wärme**, die das Wasser annehmen muß, um zu kochen, $= 0{,}03642$ Grad (weil $\frac{89{,}8 - 78}{324} = 0{,}03642$), und umgekehrt.

Man

Man kann hieraus finden, was für eine **Wärme die erste Schichr** einer **kochenden** Wassermasse (1009) bey einer gewißen Barometerhöhe annehmen müße; oder was für eine **Wärme** die ganze Masse annehmen würde, wenn sie nicht immerfort etwas Wärme an die **Luft** verlöhre. Denn, man nenne die in Linien ausgedrückte Barometerhöhe $= a$, so muß das Wasser, um zu **kochen**, allezeit $78 + 0{,}03642\ a$ **Grad Wärme** erhalten.

1086. Auf der andern Seite zeigen mir meine Beobachtungen über das **an freyer Luft kochende Wasser** die Wärme, die es in diesem Zustande bey gewißen Barometerhöhen behält. Wenn ich also diese Beobachtungen mit der vorhergehenden **Formel** vergleiche, so kann ich finden, wie viel Wärme es bey jedem gegebnen Zustande der Luft verliere. Z. B. **Wasser**, das an **freyer Luft kochr**, wenn das Barometer auf 27 Zoll $=$ 324 Lin. steht, behält 80 Grad Wärme. Es bekömmt deren aber bey dieser Barometerhöhe $78 + (0{,}03642 \times 324) = 89{,}8$ Grad: also verliert es 9, 8 Grad.

1087. Aus Gründen, die ich oben angeführt habe, läßt sich annehmen, der **Verlust** an **Wärme**, den das **kochende Wasser** erleidet, verhalte sich **umgekehrt**, wie die **Dichte der Luft**. Also wird sich die **Wärme des kochenden Wassers** jedesmal durch die Formel

$$78 + 0{,}03642\ a - \frac{9{,}8 \times 324\ (= 3175{,}2)}{a}$$

ausdrücken lassen.

1088.

1088. Man vergleiche dies nun mit der Erfahrung, und wende diese **Formel** auf meine unmittelbaren Versuche über die **Wärme des kochenden Wassers** bey verschiednen Barometerhöhen an. Ich will dazu meine Versuche bey der größten und geringsten Barometerhöhe nehmen, nebst einigen dazwischenfallenden, und will aus denjenigen, bey denen die Barometerhöhen nahe an einander grenzen, ein Mittel ziehen, um die Fehler der Beobachtungen selbst so viel als möglich zu verringern (881.). Darüber will ich hier eine Tafel mittheilen, welche zugleich diejenigen Größen der Wärme enthält, die aus dem **Gesetze** folgen, welches ich oben (860) aus der Vergleichung der Beobachtungen selbst gezogen, und das **Gesetz der Erscheinungen** genannt habe.

Tafel

Tafel über die Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers, verglichen mit der Theorie über die Ursachen des Größten in dieser Wärme, und seine Veränderungen.

Beobachtungsorte		Barometerhöhe in Linien	Beobachtete Wärme des sied. Wassers.	Wärme nach der Theorie	Wärme durch die Logarithmen der Barometerhöhe berechnet.
Beaucaire, Mittel aus 3 Beob.		339 $\frac{1}{4}$	80,98	81,00	80,99
Auriol		335	80,72	80,72	80,72
Monluel, Lion	Mittel	$330\frac{1}{16}$	80,40	80,40	80,40
Embournay, Sardon					
Genf, 3 Beob.		325 $\frac{1}{8}$	80,10	80,08	80,08

Genf und Monetier,	Mittel	$316\frac{7}{16}$	79,50	79,50	79,50
Genf, 2 Beob. Sixt	Mittel	$311\frac{1}{4}$	79,16	79,14	79,14
Grange-Tournier, Grange-des-Arbres, Weg nach Grasse-Chevre	Mittel	$289\frac{1}{24}$	77,48	77,55	77,55
Plan de Lechaud 2 Beob.		$262\frac{1}{4}$	75,47	75,45	75,46
Gletscher Buet		$235\frac{15}{16}$	73,21	73,16	73,19

1089. Die große Uebereinstimmung zwischen den verschiednen beobachteten, und den nach obigen Grundsätzen berechneten Graden der Wärme ist ein sehr starker Beweiß für diese Grundsätze, die auch außerdem schon unmittelbar und aus besondern Erfahrungen bewiesen sind. Hier öfnet sich also eine neue Laufbahn für den Naturforscher, welche wahrscheinlich zu einer genauern Kenntniß der drey **Elemente**, welche hier die vornehmste Rolle spielen, des **Feuers**, der **Luft** und des **Wassers** leiten wird.

1090. Ich habe vorläufig diese Grundsätze auf eine Erscheinung angewandt, deren Ursache ich vorher nicht begreifen konnte. Der **Weingeist**, der in einem ofnen Gefäße, wenn er **kocht**, nur etwa 67 **Grad Wärme** nach einem Queckſilberthermometer annimmt, kann deren in der Thermometerröhre, ohne zu **kochen**, 80 ertragen. Ich konnte mir dieß sonst nicht erklären. Jetzt aber sehe ich deutlich, daß es davon herkomme, weil in dem letztern Falle die Zerstreuung der Wärme mehr verhindert wird, wie ich schon oben (976.) angeführt habe. Ich will aber hier noch hinzusetzen, daß es eine Folge aus meinen Grundsätzen sey, daß eben diese Verhinderung bey dem **Weingeiste** mehr Wirkung, als bey dem **Wasser**, thun müße. Der Unterschied besteht darinnen. Wenn das Barometer auf 27 **Zoll** stehet, so benimmt die **Zerstreuung** der **Wärme** dem **kochenden Weingeiste** $80 - 67 = 13$ **Grad** (und vielleicht noch mehr; denn meine Weingeistthermometer können ohne Zweifel noch mehr als 80 Grad Wärme ertragen): das Wasser hingegen verliert in eben dem Falle nur $89\frac{4}{5} - 80\frac{4}{5} = 9$ Grad.

Der

Der Unterschied zwischen 13 und $9\frac{4}{5}$ rührt gewiß daher, daß der **Weingeist** leichter als das **Wasser** verdünstet, und also seine **Wärme** schneller verliert: denn es folgt aus dieser Eigenschaft, daß der **Weingeist**, wenn er in einem ofnen Gefäße kocht, von der **Wärme**, welche die **erste Schicht** erhält, weniger, als das **Wasser** im ähnlichen Falle, behalten müße.

1091. Ich will nur noch eine einzige Anwendung eben dieser Grundsätze auf eine ganz andere Erscheinung beyfügen, nemlich auf die große Hitze, die das Wasser in der **Papinianischen Maschine** erhalten kann. Ich rechne hier die **Zerstreuung** der Wärme durch die Wände des Gefäßes für nichts. Also wird das Wasser, wenn das Barometer auf 27 **Zoll** stehet, erstlich die $89\frac{4}{5}$ Grad Wärme erhalten, die es in meiner Matrasse, wenn sie offen war, erhielt: dann aber noch so vielmal $11\frac{4}{5}$ Grad darüber (weil $89\frac{4}{5} - 78 = 11\frac{4}{5}$ (1072)), so vielmal der Widerstand der Wände des Gefäßes den Druck der Atmosphäre übertrift.

1092. Ubrigens gebe ich weder diese Bestimmung, noch das **Gesetz**, das ich für die Wirkung des verschiednen Drucks gefunden habe, für so genau aus, daß man daraus auf die Wirkung eines so großen Drucks schließen könnte. Denn Fehler, die bey dem Unterschiede des Drucks der Luft in der Pläne und auf den Bergen unmerklich waren, können merklich, ja sogar sehr beträchtlich werden, wenn man die **Formel** auf einen vielleicht 50 mal stärkern Druck anwendet. Ich werde bald wieder darauf kommen,

und die Sache, von einer allgemeinern Seite betrachten.

Ehe ich aber von den letzten Folgen rede, die aus meinen Grundsätzen fliessen, will ich meine Beobachtungen aus einem neuen Gesichtspunkte betrachten, und dabey zeigen, daß die Grundsätze mit ihnen noch weit mehr übereinstimmen, als sie es in der Tafel, wo ich beyde verglichen habe, zu thun scheinen.

Zwölftes Capitel.

Untersuchung des Gesetzes, nach welchem sich bey veränderter Wärme das Volumen des Queckſilbers ändert.

1093. Der Gesichtspunkt, aus welchem ich jetzt meine Beobachtungen ansehe, betrift die **Wärme** selbst, und ist für das **Thermometer** wichtig. Bisher habe ich die Anzeigen dieses Werkzeugs so betrachtet, als wären ihre **Unterschiede** den **wirklichen Unterschieden** der **Wärme** proportional. Jetzt will ich untersuchen, was sich aus der wahren Verhältniß, die ich zwischen beyderley Unterschieden oben gefunden habe, folgern lasse.

1094. Dieß Beyspiel wird besser, als alle Betrachtungen zeigen, wie nöthig es sey, auf dem Thermometer Räume zu bestimmen, welche den wirklichen Unterschieden der Wärme zugehören: anstatt daß man sonst nur Unterschiede der Ausdehnung einer flüßigen Materie darauf bemerket.

Ohne diese Bestimmung wäre es offenbar unmöglich gewesen, von den Erfahrungen auf die Ursachen der verschiednen Wärme des siedenden Wassers zurückzugehen. Denn wer hätte wissen können, ob nicht das **Gesetz**, nach welchem sich die Ausdehnungen des in **siedendem Wasser** stehenden **Queckſilbers** bey verschiednen Barometerhöhen ändern, zum Theil mit von der Natur des **Queckſilbers** abhange? Und wäre dieß gewesen, was hätte sich für eine Folge aus diesem Gesetze auf die gesuchte Ursache ziehen lassen?

1095. Sobald ich anfieng, an Verbesserung des Thermometers zu arbeiten, sahe ich sogleich, daß es den Fortgang der Naturlehre sehr aufhalten, ja sogar große Irrungen verursachen würde, wenn die wahre Verhältniß der **Unterschiede** der **Wärme** und der Veränderungen des Thermometers unbekannt bliebe. Dieß hat mich zu allen den Untersuchungen bewogen, die ich über die Natur der zum Thermometer dienenden flüßigen Materien angestellt habe, in der Absicht, durch bloße Betrachtung diejenige unter ihnen zu entdecken, bey der der Unterschied ihres Volumens den Veränderungen der Wärme selbst am nächsten proportional wäre. Meine ersten Untersuchungen lehrten, daß das **Queckſilber** diese Materie sey: und diese Folge bestätigte sich durch unmittelbare Versuche, die ich nach dem Vorschlage des Herrn **le Sage** angestellt, und oben (422 *o.*) erwähnt habe: ich habe durch dieselben sogar die wahren Verhältniße der Veränderungen der **Wärme** zu den Veränderungen des **Queckſilbervolumens** gefunden.

1096. Da ich es also unternahm die, Ursachen zu entdecken, warum die Wärme des siedenden Wassers ein **Größtes** und bey verschiednem Zustande der Luft verschieden sey, so kannte ich schon die wahren Verhältniße dieser **Unterschiede** gegen einander: und bloß dadurch war ich im Stande, Folgen daraus zu ziehen, und durfte es wagen, zu ihrer Prüfung so weitläufige und mühsame Versuche zu unternehmen. Ich wuste, daß in dem Raume der Veränderungen der **Wärme** des **siedenden Wassers**, die ich an meinem **Queckſilberthermometer** beobachtet hatte, dieses Werkzeug wenig von dem Gange der

Wär-

Wärme ſelbſt abgewichen ſey. Man kann dieß aus der Tafel ſehen, die ich über die **Verdichtungen des Queckſilbers** bey immer gleichen **Verminderungen der Wärme** oben (422 *rr*) mitgetheilt habe. Dieſe wird ſogar zeigen, daß der Unterſchied der **Gänge** des **Queckſilbers** und der **Wärme**, anſtatt etwas zu der **Beſchleunigung** beyzutragen, die man im **Fallen** des im **ſiedenden Waſſer** ſtehenden **Thermometers** beym Fallen des Barometers antrift, vielmehr verurſache, daß dabey das Thermometer immer mehr und mehr zu hoch ſtehen muß, wenn das Barometer niedriger ſteht, weil ſich das Queckſilber allezeit etwas weniger verdichtet, als die wirkliche Verminderung der Wärme erfordert. Ich könnte alſo von dem wirklichen Daſeyn dieſer **Beſchleunigung**, die der Gegenſtand meiner Unterſuchungen geweſen iſt, verſichert ſeyn. Wäre mir der **Gang** des **Queckſilbers** im Vergleich mit der **Wärme** unbekannt geweſen, ſo würde ich dieſelbe kaum vermuthet haben. Denn da die Verſchiedenheit der Verhältniße aufeinanderfolgender Verdichtungen verſchiedner flüßiger Materien bey einerley Abnahme der Wärme gegründete Zweifel über die Regelmäßigkeit dieſer Verdichtungen veranlaßet, ſo hätte mich dieß natürlich auf die Vermuthung bringen müßen, daß dieſe **Beſchleunigung** der Abnahme der Wärme des ſiedenden Waſſers bloß ſcheinbar, und der Beſchaffenheit des **Thermometers** zuzuſchreiben ſey.

1097. Es war alſo für die Naturlehre ſehr wichtig, die Verhältniß des Thermometers zur Wärme zu kennen; dieſer, obgleich noch ſehr unvollkommnen, Kenntniß bin ich meine Entdeckungen über die

Ursachen, warum die Wärme des siedenden Wassers ein **Gröstes** ist, und über die Veränderungen dieses **Grösten**, schuldig. Um diese nun so weit als möglich zu treiben, suchte ich die Tafel über den correspondirenden **Gang** der **Wärme** und des **Queckſilberthermometers** zu erweitern; denn oben hatte ich beyder Verhältniße nur von 5 zu 5 **Graden**, und mit einer einzigen **Decimalſtelle** ausgedrückt: also waren die Unterſchiede für meine Beobachtungen unmerklich, als worinnen die ganze Thermometerveränderung nur etwa 8 **Grad** betrug.

1098. Ich muſte also die Glieder dieſer **Tafel interpoliren**, um die Verhältniße der Verdichtungen des Queckſilbers zu den wirklichen Verminderungen der Wärme wenigſtens von Grad zu Grad zu haben, und, wenn es möglich wäre, ihren Fortgang durch eine einfache Formel auszudrücken.

In meiner **Tafel** (442 *rr.*) enthält die erſte Columne Größen der Wärme, die mit gleichen Unterſchieden fortlaufen. Jeder Unterſchied iſt der ſechszehnte Theil des ganzen Unterſchieds zwiſchen der **Wärme des ſiedenden Waſſers** für die Barometerhöhe 27 Zoll, und der **Temperatur** des zerſchmelzenden **Eiſes**. Die zwote Columne enthält die **Thermometerhöhen**, deren **erſte Unterſchiede** ungleich ſind, aber gleichen Unterſchieden der Glieder in der erſten Columne zukommen. Ich berechnete nun die **zweyten Unterſchiede** der Columne der **Thermometerhöhen**, und ſahe, daß ſie ſich als **beſtändig** annehmen ließen. Hieraus folgte, daß die **erſten** Unterſchiede in arithmetiſcher Progreßion fortgiengen, und daß alſo die Reihe der **Thermometerhöhen aus lauter Summen von Gliedern**

dern einer arithmetiſchen Reihe beſtehe, welche man nur von der Null der Thermometerſcale aus ſummiren dürfe. Dieß Geſetz war ſo einfach, daß ich bewogen ward, es anzunehmen, um ſo viel mehr, da ein Theil der Tafel nur durch Schätzung beſtimmt, und alſo ſeine Richtigkeit nicht ſo zuverläßig war, daß man ihn in aller Strenge den Regeln hätte unterwerfen können, nach welchen die Aſtronomen die Interpolation verrichten.

1099. Meine Abſicht war, zwiſchen jeden nebeneinanderſtehenden Thermometerhöhen vier neue anzugeben, die nach einerley Geſetz mit den vorigen fortgiengen. Da ich ſie für Summen einer arithmetiſchen Reihe annahm, ſo muſte ich das erſte Glied und die Differenz einer Progreßion ſuchen, in der die Summe von 80 Gliedern 80 wäre, die beſondern Summen von 5 zu 5 Gliedern aber den Gliedern meiner erſten Tafel ſo nahe als möglich kämen, weil dieſe Glieder die Unterſchiede der Thermometerhöhen von 5 zu 5 Grad Veränderung der wirklichen Wärme ausdrückten.

1100. Nach einigen Verſuchen fand ich, daß ſich für den erſten Grad der Verminderung der Wärme von dem Siedpunkte für 27 Zoll Barometerhöhe aus, das Queckſilber um 1,069164 Grad der Scale, d. i. um $\frac{1,069164}{80}$ des Raums zwiſchen dieſem Sied- und dem Eispunkte verdichte, und daß jede der folgenden Verdichtungen, für die Abnahme der Wärme von Grad zu Grad, um 0,001751 kleiner werde. Ich berechnete alſo 8 Glieder dieſer abnehmenden Zahlreihe, ſummirte

hierauf dieselben nach und nach von unten auf, und fand, daß sie ziemlich mit den **Thermometerhöhen** übereinkamen, die ich bey meinen Versuchen gefunden hatte.

1101. Ich will diese neue Tafel über die **Thermometerhöhen**, welche den Veränderungen der **Wärme** von **Grad** zu **Grad** zugehören, hier mittheilen. Vorher aber muß ich noch genauer erklären, wie man die auf einander folgenden **Verzögerungen** der **Verdichtung**, oder **Beschleunigungen** der **Ausbreitung** des **Queckſilbers** zu berechnen habe. Ich habe schon den Betrug erwähnt, durch den der Beobachter des **Ganges** eines **Thermometers** wegen der Einrichtung der **Scale** hintergangen wird, welche so beschaffen ist, daß eine **Materie**, die sich im Vergleich mit einer andern oder mit der **Wärme** immer weniger verdichtet, und die sich also dem Anscheine nach auf der Scale immer etwas zu hoch halten sollte, in der That sich immer etwas zu niedrig hält, wenn man nur den Raum zwischen den beyden festen Punkten betrachtet (*p*). Auch habe ich bey Vergleichung des **Ganges** von **Queckſilber** und **Weingeiſt**, die Wirkung des Unterschieds ausserhalb dieses Raumes, nemlich unter dem **Eispunkte**, gezeigt (*q*). Endlich habe ich auch die Theorie erklärt, aus welcher der Unterschied beyder Gänge und seine Wirkung aufs Thermometer herfließt. (*r*). Aber da alle diese Betrachtungen in diesem Werke hin und wieder zerſtreut

(*p*) Erster Theil der Uebersetzung S. 435. Anm. (*n*).

(*q*) ebendaselbst S. 402 u. f.

(*r*) ebendaselbst S. 374 u. f, imgleichen S. 453 u. f.

zerſtreut ſind, ſo will ich hier dasjenige zuſammen wiederholen, was um meine Tafel zu verſtehen nöthig iſt.

1102. Man hat auf dem Thermometer zween beſtimmte Punkte, die zwoen beſtimmten Größen der Wärme zukommen: nemlich den Punkt der **Wärme** des bey 27 **Zoll** Barometerhöhe **ſiedenden Waſſers**, und den Punkt des **zerſchmelzenden Eiſes**. Theilt man den Raum zwiſchen beyden in gleiche **Theile**, ſo können die **Unterſchiede** der **Wärmen**, die dieſen **Theilen** zukommen, nicht gleich ſeyn. Nimmt man aber an, der Unterſchied der **Wärme** werde in gleiche Theile getheilt, ſo muß der Raum an dem Thermometer in ungleiche getheilt werden, und dieſe müßen nach dem von mir gefundenen Geſetze folgende ſeyn. Bey dem **erſten Abnehmen** der **Wärme** um $\frac{1}{80}$ des Unterſchieds zwiſchen den beyden **beſtimmten Temperaturen**, d. i. um einen **Grad**, wird das **Queckſilber** um $\frac{1,069164}{80}$ des **Raums** zwiſchen den beyden **feſten Punkten** der **Scale** fallen: aber für jedes folgende **Abnehmen** der **Wärme** um $\frac{1}{80}$, wird das Fallen des **Queckſilbers** $\frac{0,001751}{80}$ weniger betragen, und ſo wird es endlich treffen, daß, wenn die **Wärme** 80 ſolche einander gleiche **Abnahmen** erlitten hat, das **Queckſilber** durch alle $\frac{80}{80}$ des **Raums** zwiſchen den beyden **feſten Punkten** der **Scale**, oder durch die 80 **Grade** des **Fundamentalabſtandes** gefallen iſt.

1103. Wenn aber das **Queckſilber** ſtatt dieſer immerfort abnehmenden **Verdichtungen**, ſolche hätte, die bey immer gleichbleibenden **Verminderungen**

rungen der Wärme ebenfalls immer gleich blieben, so würde es in der Thermometerröhre bey ebendenselben Verminderungen der Wärme stärker, als es jetzt thut, fallen, und die Größe, um welche es weiter fiele, in Theilen der Scale ausgedrückt, würde allezeit die Summe einer arithmetischen Progreßion seyn, deren erstes Glied o, die Differenz o, oo1751, und die Zahl der Glieder der Zahl der Grade gleich wäre, um die die Wärme von dem obern festen Punkte an abgenommen hätte. Heißt also die Zahl dieser Grade a, so ist die Größe, um welche das Queckſilber jederzeit höher stehen muß, wenn es eine gleichförmige Abnahme der Wärme ausdrücken soll, allezeit $0{,}001751 \propto \frac{aa - a}{2}$.

Diese Formel also wird dienen, meine mit dem Queckſilberthermometer gemachten Beobachtungen der Wärme des siedenden Waſſers zu berichtigen. Ehe ich aber diese Berichtigung vornehme, muß ich alles dasjenige vollends erklären, was das Thermometer selbst angehet.

1104. Erstlich folgt aus dem angegebnen augenscheinlich, daß die Queckſilberhöhen in der Thermometerröhre, von dem untern festen Punkte an gemessen, und in Theilen der Scale ausgedrückt $80 - 1{,}069164\,a + 0{,}001751 \propto \frac{aa - a}{2}$ sind;

oder daß $0{,}001751 \propto \frac{aa - a}{2}$ den Fehler ausdrückt, den das Abnehmen der Verdichtungen des Queckſilbers in die Beobachtung bringt.

1105. Wenn man nun, anstatt, wie bisher Verminderungen der Wärme zu betrachten,

Ver-

Vermehrungen derſelben von einem gewiſſen Punkte aus in Betrachtung ziehet; z. E. von dem untern feſten Punkte der Thermometerſcale oder dem Eispunkte aus, ſo muß man alles bisherige umkehren. Das letzte Glied in der Reihe der **Verdichtungen** des **Queckſilbers**, welches das nächſte an dieſem angenommenen Punkte iſt, wird nun das erſte in der Reihe ſeiner **Ausbreitungen**, welche von jedem **Grade** der **Vermehrungen** der **Wärme** zum andern um eben die Größe 0,001751 zunehmen, um welche die **Verdichtungen** abnehmen.

Man findet das letzte Glied der Reihe der **Verdichtungen** des **Queckſilbers**, durch welches daſſelbe zu dem Volumen gelangt, das es im **zerſchmelzenden Eiſe** einnimmt, wenn man von 1,069164 (dem erſten Gliede, wenn man von dem Volumen an rechnet, das es im **ſiedenden Waſſer bey 27 Zoll Barometerhöhe** einnimmt) das achtzigſte Glied der **arithmetiſchen Reihe**, die die **Abnahmen** der **Verdichtungen** enthält, nemlich $0{,}001751 \times 79 = 0{,}138329$ abzieht. Nun iſt $1{,}069164 - 0{,}138329 = 0{,}930835$. Alſo iſt das erſte Glied der Reihe der **Ausbreitungen** des **Queckſilbers** 0,930835, oder vielmehr 0,930836, weil die **Differenz** 0,001751 ein wenig zu groß iſt.

1106. Nennt man alſo die Zahl der **Grade**, um welche die **Wärme** über die beſtimmte Temperatur des **zerſchmelzenden Eiſes** geſtiegen iſt, b, ſo findet man die zugehörige Höhe des **Queckſilbers** an der **Scale** durch die Formel

$$0{,}930836 \times b + 0{,}001751 \times \frac{b\,b - b}{2},$$ worinn

die

die Größe $0{,}001751 \times \frac{bb - b}{2}$ den Fehler ausdrückt, den das Zunehmen der Ausbreitung des Quecksilbers bey gleichbleibenden Vermehrungen der Wärme in die Beobachtung bringt.

1107. Nunmehr will ich die Tafel über den Gang des Quecksilbers, aus den beyden angezeigten Gesichtspunkten betrachtet, mittheilen.

Die erste Columne dieser Tafel enthält wirkliche Größen der Wärme, so ausgedrückt, wie ich schon oben in einer andern Tafel (I. Theil. S. der Uebers. 489) gethan habe, aber hier von Grad zu Grad.

Die zwote Columne enthält die Thermometerhöhen, die diesen Größen der Wärme zukommen. Diese Höhen lassen sich aus beyden Formeln finden; denn bey einerley Thermometerhöhe machen die Werthe von *a* und *b* miteinander 80 Grad aus; also ist das, was man in der ersten Formel von 80 abzuziehen hat, zugleich das Complement zu 80 von der Größe, die die zwote Formel angiebt, und folglich geben beyde Formeln einerley Thermometerhöhe an, man mag die wirkliche Wärme durch das ausdrücken, um was sie größer ist, als die Temperatur des zerschmelzenden Eises, oder durch das, um was sie kleiner ist, als die Wärme des siedenden Wassers.

Die dritte Columne zeigt an, um wie viel die in der zwoten enthaltenen Thermometerhöhen größer sind, als sie seyn würden, wenn die Verdichtungen des Quecksilbers von Grad zu Grad Abnahme der Wärme immer gleich geblieben wären (1103).

Die vierte Columne zeigt an, um wie viel eben dieſe Thermometerhöhen ebenfalls größer ſind, als ſie ſeyn würden, wenn die Ausbreitungen des Queckſilbers von Grad zu Grad Vermehrung der Wärme immer gleich geblieben wären (1106).

Von 5 zu 5 Grad befinden ſich in der Tafel etwas größere Ziffern, damit man ſie leichter mit denen vergleichen könne, die ſich oben (1. Th. der Ueberſ. S. 489.) finden.

Tafel über die Verhältniß des Queckſilberthermometers zur Wärme, und die Fehler, die dieſes Werkzeug in die Beobachtungen bringt.

Wirkliche Wärme	Zugehörige Thermometerhöhe	Berichtigung, wenn man Verminderungen der Wärme betr.	Berichtigung wenn man Vermehrungen der Wärme betrachtet
Z + 80	80,000	0,000	5,533
z + 79	78,931	0,000	5,395
z + 78	77,863	0,002	5,258
z + 77	76,798	0,005	5,123
z + 76	75,734	0,011	4,990
Z + 75	74,672	0,018	4,859
z + 74	73,611	0,026	4,729
z + 73	72,553	0,037	4,602
z + 72	71,496	0,049	4,476
z + 71	70,441	0,063	4,351
Z + 70	69,387	0,079	4,229
z + 69	68,335	0,096	4,108
z + 68	67,286	0,116	3,989
z + 67	66,237	0,137	3,871
z + 66	65,191	0,159	3,756

Fortſ. der I. Col.	Fortſ. der II. Col.	Fortſ. der III. Col.	Fortſ. der IV. Col.
Z + 65	64,146	0,184	3,642
z + 64	63,103	0,210	3,530
z + 63	62,062	0,238	3,420
z + 62	61,023	0,268	3,311
z + 61	69,985	0,299	3,204
Z + 60	58,949	0,333	3,099
z + 59	57,915	0,368	2,996
z + 58	56,883	0,404	2,894
z + 57	55,852	0,443	2,795
z + 56	54,823	0,483	2,697
Z + 55	53,796	0,525	2,600
z + 54	52,771	0,569	2,506
z + 53	51,747	0,615	2,413
z + 52	50,725	0,662	2,322
z + 51	49,705	0,711	2,233
Z + 50	48,687	0,762	2,145
z + 49	47,670	0,814	2,059
z + 48	46,655	0,868	1,975
z + 47	45,642	0,925	1,893
z + 46	44,631	0,982	1,812
Z + 45	43,621	1,042	1,733
z + 44	42,613	1,103	1,656
z + 43	41,607	1,166	1,581
z + 42	40,603	1,231	1,508
z + 41	39,600	1,297	1,436
Z + 40	38,599	1,366	1,366
z + 39	37,600	1,436	1,297
z + 38	36,603	1,508	1,231
z + 37	35,607	1,581	1,166
z + 36	34,613	1,636	1,103
Z + 35	33,621	1,733	1,042
z + 34	32,631	1,812	0,982
z + 33	31,642	1,893	0,925
z + 32	30,655	1,975	0,868
z + 31	29,670	2,059	0,814
Z + 30	28,687	2,145	0,762
z + 29	27,705	2,233	0,711

Fortſ. der I. Col.	Fortſ. der II. Col.	Fortſ. der III. Col.	Fortſ. der IV. Col.
z + 28	26,725	2,322	0,662
z + 27	25,747	2,413	0,615
z + 26	24,771	2,506	0,569
Z + 25	23,796	2,600	0,525
z + 24	22,823	2,697	0,483
z + 23	21,852	2,795	0,443
z + 22	20,883	2,894	0,404
z + 21	19,915	2,996	0,368
Z + 20	18,949	3,099	0,333
z + 19	17,985	3,204	0,299
z + 18	17,023	3,311	0,268
z + 17	16,062	3,420	0,238
z + 16	15,004	3,530	0,210
Z + 15	14,146	3,642	0,184
z + 14	13,191	3,756	0,159
z + 13	12,237	3,871	0,137
z + 12	11,286	3,989	0,116
z + 11	10,336	4,108	0,096
Z + 10	9,387	4,229	0,079
z + 9	8,441	4,351	0,063
z + 8	7,496	4,476	0,049
z + 7	6,553	4,602	0,037
z + 6	5,611	4,729	0,026
Z + 5	4,672	4,859	0,018
z + 4	3,734	4,990	0,011
z + 3	2,798	5,123	0,005
z + 2	1,863	5,258	0,002
z + 1	0,931	5,395	0,000
Z	0,000	5,533	0,000

1108. Diese neue Tafel wird den Naturforschern dienen, die wirklichen **Unterschiede** der Wärme mit einander zu vergleichen, wozu das Thermometer allein nicht hinreichend ist. Durch dieses Mittel werden sie die Anzeigen des Thermometers auf ein allgemeines und regelmäßiges Maaß der Wärme bringen können. Denn obgleich die in der IIten Columne angegebnen Thermometerhöhen von Decimalbrüchen begleitet sind, so werden sich doch mit leichter Mühe hinlänglich genaue Ausdrücke finden lassen, um die den Thermometerbeobachtungen zugehörigen wirklichen Größen der Wärme richtig anzugeben. Ich nehme z. B. an, man habe das Thermometer auf + 10 und auf + 20 beobachtet. Die nächste Zahl an 10 in der zwoten Columne ist 10,336. Ich ziehe also von der zugehörigen Zahl der ersten Columne 0,336 ab, und erhalte: Z + 11 — 0,336 = z + 10,664, welches ich für z + 10,7 annehme. Die nächste Zahl an 20 in der zwoten Columne ist 19,915, welche um 0,085 kleiner, als 20 selbst, ist: ich addire also $\frac{1}{10}$ zur zugehörigen Zahl der ersten Columne, und erhalte z + 21,1. Also sind die **wirklichen Größen der Wärme**, die den **Thermometerhöhen** + 10 und + 20 zukommen, beynahe Z + 10,7 und z + 21,1. Diese Reductionen sind nicht völlig scharf, weil die **Unterschiede** der Zahlen in beyden Columnen nicht gleich sind. Aber die Beobachtungen selbst sind mehrentheils nichts genauer: und wenn sie es sind, so ist es leicht, auch die Ungleichheit der **Differenzen** in Rechnung zu bringen.

1109. Wenn die **Tafel** nur diese beyden Columnen hätte, so würden sich daraus die Fehler nicht zei-

zeigen, die aus dem Gange des Thermometers entſtehen. Die Anzeige des Thermometers trift mit dem Ausdrucke für die Wärme an den beyden Grenzen der Scale, nemlich bey 0 und 80 überein, und alſo entſtehet daraus der Betrug, den ich oben (418 m Anm. (*n*)) erwähnt habe. Dieſe Fehler zu entdecken, dienen die beyden letzten Columnen, von denen die dritte die Fehler anzeigt, die das Thermometer in die Beobachtung bringt, wenn man die Wärme als abnehmend betrachtet. Man ſieht, daß von der Wärme des ſiedenden Waſſers an, der Fehler bey der Temperatur des zerſchmelzenden Eiſes ſchon auf 5,533 Grad ſteigt. Die vierte Columne zeigt die Fehler, die das Thermometer verurſacht, wenn man die Wärme als zunehmend betrachtet. Der ganze Fehler vom Eispunkt bis zum Siedpunkt ſteigt auch auf 5,533 Grad. Ich will noch etwas über den Gebrauch dieſer beyden Columnen ſagen.

1110. Die dritte enthält (wie ich ſchon (1107) geſagt habe) die Größen, die man von den beobachteten Thermometerhöhen abziehen muß, um die Punkte zu finden, auf die das Queckſilber nach und nach von dem Siedpunkte aus würde gefallen ſeyn, wenn es ſich für jeden Grad, um welchen die Wärme von dieſem Punkte aus abgenommen hat, eben ſo ſtark, als für den erſten, verdichtet hätte. Werden dieſe Subtraktionen wirklich verrichtet, ſo müßen ſich die Unterſchiede der übrigbleibenden Zahlen verhalten, wie die Unterſchiede der Zahlen der erſten Columne, die die wirklichen Größen der Wärme enthält. Die Zahlen der vierten Columne ſind ebenfalls Größen, die man von den in

der zwoten enthaltenen **Thermometerhöhen** abziehen muß, um sie auf dasjenige zu bringen, was sie seyn würden, wenn sich das **Queckſilber** für jeden **Grad**, um den die **wirkliche Wärme** vom **Eispunkte** aus zugenommen hat, um eben soviel, als für den ersten **Grad** ausgedehnet hätte. Und werden diese Subtraktionen verrichtet, so verhalten sich die **Unterschiede** der übrigbleibenden Zahlen, wie die **Unterschiede** der Zahlen der ersten Columne, die die **wirkliche Wärme** ausdrücken.

Dieß ist nun alles, was man bey den meisten Beobachtungen nöthig hat: und diese zwote Methode, Thermometeranzeigen zu berichtigen, unterscheidet sich von der vorigen nur dadurch, daß sie allezeit den **Fehler** angiebt, den das Thermometer verursacht, welches die vorige nicht thut. Denn, wenn man z. B. Vermehrungen der Wärme von 0 bis 80 Grad des Thermometers zu vergleichen hätte, so würde diese zweyte Art der Berichtigung zeigen, daß das Thermometer am Punkte 80 um 5,533 **Grad** fehle; bey der vorigen aber würde man den **Fehler** nicht finden, denn die Zahl 80 würde sich bey diesem Punkte in einer Columne eben sowohl, als in der andern, finden.

IIII. Die **Gesetze** selbst, nach welchen die Zahlen der drey letzten Columnen fortgehen, zeigen schon, daß, wenn man die Zahlen der **dritten** oder **vierten** von den zugehörigen der **zweyten** abzieht, die **Unterschiede** der übrigbleibenden sich verhalten müßen, wie die **Unterschiede** der Zahlen der ersten Columne, die die **Wärme** ausdrücken: ich will dieß aber noch überdieß durch Beyspiele zeigen.

Ich nehme an, man habe das Thermometer nach einander an den Punkten 80; 58,949; 38,599; 18,949; 0 beobachtet, und wolle nun wiſſen, in was für Verhältnißen eigentlich die **Verminderungen** der **Wärme** ſtehen, durch welche dieſe Fälle des Thermometers ſind verurſachet worden, und die **Fehler** berichtigen, die in den Thermometeranzeigen enthalten ſind. So wird man von den beobachteten **Thermometerhöhen** die Zahlen abziehen müßen, die in der dritten Columne neben ihnen ſtehen.

Unterſchiede vorder Berichtigung	Beobachtete Thermometerhöhen	Fehler des Thermometers	Berichtigte Thermometerhöhen	Berichtigte Unterſchiede
	80,000	— 0,000 =	80,000	
21,051	58,949	— 0,333 =	58,616	21,384
20,350	38,599	— 1,366 =	37,233	21,383
19,650	18,949	— 3,099 =	15,850	21,383
18,949	0,000	— 5,533 =	—5,533	21,383

Die **Unterſchiede** der beobachteten **Thermometerhöhen** oder die auf einander folgenden **Verdichtungen** des **Queckſilbers**, waren ungleich; nach der Berichtigung werden ſie gleich. Die **Verminderungen** der **Wärme** aber ſind auch gleich; denn die beobachteten **Thermometerhöhen** gehören zu den **Größen** der **Wärme** $z + 80$, $z + 60$, $z + 40$, $z + 20$, z.

Ich nehme ferner an, man habe das Thermometer an eben dieſen Punkten, aber in entgegengeſetzter Ordnung, beobachtet; und wolle nun die wahren Verhältniße der **Vermehrungen** der **Wärme**

wissen, durch welche diese **Vermehrungen** der **Thermometerhöhe** sind verursachet worden, so wie auch die **Fehler**, die das Werkzeug in die Beobachtungen gebracht hat. So muß man von den beobachteten **Thermometerhöhen** die dabeystehenden Zahlen der vierten Columne abziehen.

Unterschiede vor der Berichtigung	Beobachtete Thermometerhöhen		Fehler des Thermometers		Berichtigte Thermometerhöhen.	Berichtigte Unterschiede
	0,000		0,000		0,000	
18,949	18,949	—	0,333	=	18,616	18,616
19,650	38,599	—	1,366	=	37,233	18,617
20,350	58,949	—	3,099	=	55,850	18,617
21,051	80,000	—	5,533	=	74,467	18,617

Also werden die **Unterschiede** der **Ausdehnungen** des **Queckſilbers**, die bey der Beobachtung ungleich waren, nach der Berichtigung der **Fehler**, die das **Thermometer** veranlasset, gleich, so wie auch die **Vermehrungen** der **Wärme** gleich sind, durch welche das Thermometer nach und nach auf die beobachteten Punkte gestiegen ist.

1112. Man kann auch auf diesem Wege einen allgemeinen Ausdruck für die **Wärme** selbst finden, der sich auf die Theilung in 80 gleiche Theile des Unterschieds zwischen der Wärme des Sied- und Eispunktes gründet. Man erinnere sich, daß nach der Theilung in 80 Theile des auf dem Thermometer damit übereinstimmenden Raumes, die erste **Verdichtung** des **Queckſilbers**, durch die erste **Verminderung** der **Wärme** um einen solchen Theil von dem **Siedpunkte** aus, 1,069164 Grad betrage

(1100); und daß die erſte **Ausdehnung** des **Queckſilbers** durch die erſte **Vermehrung** der **Wärme** um eben denſelben Theil vom **Eispunkte** aus, 0,930836 Grad ausmache (1105). Wenn man nun die **Fehler**, die vom Thermometer herrühren, berichtiget, und die **Verdichtungen** und **Ausdehnungen** des **Queckſilbers** ſo gefunden hat, wie ſie ſeyn würden, wenn daſſelbe einen dem erſten Schritte immer gleichförmigen **Gang** behalten hätte (1110), ſo verhalten ſich die berichtigten **Höhen** ſelbſt, und ihre **Unterſchiede**, zu den zugehörigen **Größen** der **Wärme**, wie 1,069164 zu 1, wenn man die **Wärme** als **abnehmend**, und wie 0,930836 zu 1, wenn man ſie als **zunehmend** betrachtet. Alſo, um nur die berichtigten **Unterſchiede** anzuführen, iſt $\frac{21,383}{1,069164} = 20$, und $\frac{18,617}{0,930836} = 20$. Die Zahl 20 aber iſt der beſtändige **Unterſchied** der **Größen** der **Wärme** z, z + 20, z + 40, z + 60, z + 80, die den in beyden Fällen beobachteten **Thermometerhöhen** zugehören.

Ich habe mich bey dieſer Entwickelung der **Wirkung**, die der verſchiedene **Gang** des **Queckſilbers** und der **Wärme** auf das Thermometer thut, deswegen ſo lang aufgehalten, weil es mir ſelbſt Mühe gekoſtet hat, mir richtige Begriffe davon zu machen, und ich alſo glauben konnte, daß es einigen meiner Leſer, die dieſen Gegenſtand aufmerkſamer unterſuchen wollten, eben ſo gehen werde. Sucht man aber, ohne die Grundſätze zu unterſuchen, nach denen ich meine Tafel berechnet habe, bloß die Beobachtungen an dem **Queckſilberthermometer** zu berichtigen, ſo können dazu die zwo erſten Columnen meiner

Tafel dienen, wenn sie auf die (1108) angezeigte Art gebraucht werden.

1113. Inzwischen ließe sich eine noch bequemere Tafel verfertigen, in der man die **Decimalbrüche**, die sich bey den **Thermometerhöhen** der vorigen befinden, in die Columne der **wirklichen Größen der Wärme** übertragen könnte, wo sie weniger Unbequemlichkeit verursachen würden. Diese neue **Tafel** würde ohne weitere Rechnung die **wirklichen Größen** der **Wärme** für die **Thermometerhöhen** von **Grad** zu **Grad** geben. Sie ließe sich auf folgende Art verfertigen.

1114. Ich habe oben gesagt, der **beständige Unterschied** der **Räume**, welche das **Queckſilber** an der **Scale** des Thermometers nach einander durchläuft, indem sich die Wärme von **Grad** zu **Grad** ändert, sey 0,001751 Theile dieser **Scale**. Auch habe ich gesagt, der erste dieser **Räume** von der **Null** der Scale aus (oder vom **Eispunkte** aus) sey 0,930836. Also gehen die vom **Queckſilber durchlaufenen Räume** von diesem Punkte, indem die **Wärme** von **Grad** zu **Grad** wächst, in einer **arithmetischen Zahlreihe** fort, deren **erstes Glied** 0,930836 und die **Differenz** 0,001751 ist: und die **Queckſilberhöhen** von diesem Punkte aus sind die Summen aller vorhergehenden Glieder dieser **Reihe**.

Diese Angaben werden uns nun sicher aus einem gegebnen Punkte auf der **Scale** des **Thermometers**, den zugehörigen Punkt der **Wärme** finden lehren. Denn, wenn man in einer **arithmetischen Zahlreihe das erste oder lezte Glied**, die Differenz

ferenz und die Summe weiß, ſo kann man die Zahl der Glieder finden: und dieſe Zahl haben wir eben bey unſerer Unterſuchung nöthig, weil ſie zugleich die Zahl der Grade der Wärme iſt, welche das Queckſilber von Null aus auf den gegebnen Punkt gebracht haben.

1114. Es ſind hiebey zwo Aufgaben aufzulöſen. Die erſte betrift den Fall, wo ſich der gegebne Punkt des Thermometers über der Null der Scale, die zwote den, wo er ſich unter derſelben befindet.

Ich ſetze die Formel für den erſten Fall hieher, ohne ſie erſt zu beweiſen.

Es ſey a das erſte Glied einer arithmetiſchen Reihe

d die Differenz
s die Summe
n die Zahl der Glieder, welche geſucht

wird, ſo iſt

$$n = \frac{d - 2a + r\overline{4aa - 4ad + dd + 8ds}}{2d}$$

Setzt man in dieſe allgemeine Formel die beſtändigen Größen für unſern Fall, nemlich

0,930836 für a
und 0,001751 für d,

ſo hat man

$$n = \frac{r\overline{864826531560 + 3502s} - 929960}{1751}$$

wo s, die einzige veränderliche Größe, die beobachteten Thermometerhöhen, auf Milliontheilchen gebracht, vorſtellet. Setzt man alſo für s nach einander die Reihe der natürlichen Zahlen, jede

mit 6 Nullen begleitet, oder in Millionentheilchen ausgedrückt, so wird man den ersten Theil der vorgeschlagnen Tafel erhalten, oder die wirklichen Größen der Wärme, die der Reihe der gleichen Grade des Thermometers von der Null der Scale aus gerechnet zukommen.

Im zwoten Falle, der die Grade unter der Null des Thermometers betrift, ist das letzte Glied der Reihe bekannt, oder der erste Raum, den das Queckſilber an seiner Scale unter der Null durchläuft, wenn die Wärme von der Temperatur des zerschmelzenden Eises an um den ersten Grad abnimmt. Dieses letzte Glied ist von dem ersten, das wir im ersten Falle gebraucht haben, um 0,001751 unterschieden; denn diese Zahl ist der beständige Unterschied aufeinander folgender Räume, die vom Queckſilber durchlaufen werden. Es ist also 0,930836 — 0,001751 = 0,929085. Nun sey

u das letzte Glied einer arithmetischen Zahlreihe

d die Differenz

s die Summe

n die Zahl der Glieder, welche gesucht wird, so hat man

$$n = \frac{2u + d + \sqrt{4uu + 4ud + dd - 8ds}}{2d}$$

und wenn man in dieser Formel die bekannten beständigen Werthe, nemlich für a 0,929085

und für d 0,001751

substituiret, so erhält man

$$n = \frac{929960 - \sqrt{864826531560 - 3502s}}{1751}$$

Setzt

Setzt man nun auch in dieſe Gleichung für s die Reihe der natürlichen Zahlen mit 6 Nullen begleitet, oder auf Milliontheilchen gebracht, ſo erhält man eine Reihe von Zahlen, welche die wirklichen Verminderungen der Wärme ausdrücken, die dem Fallen des Queckſilbers unter die Null von Grad zu Grad an der Scale zugehören.

Ich habe ſchon im erſten Theile dieſes Werks (S. der Ueberſ. 489.) eine Tafel mitgetheilt, die dem erſten Theile der hier beſchriebenen ähnlich iſt; aber dieſe war auf keine ſo methodiſche Art berechnet, und gieng nur von 5 zu 5 Grad. Meine Geſchäfte haben mir nicht erlaubt, die gegenwärtige auszuarbeiten. Inzwiſchen laſſen ſich aus den gegebnen Formeln die Folgen erklären, die daraus für das Thermometer können gezogen werden, und die vorhergehende Tafel, ob ſie gleich nicht völlig ſo bequem iſt, wird doch allezeit hinreichend ſeyn, aus denen auf dem Thermometer beobachteten Punkten den zugehörigen Grad der Wärme zu finden.

Dieß war nun der letzte Schritt, den ich hofte zur Verbeſſerung des Thermometers thun zu können. Wir haben nun ein ſicheres Maaß der wirklichen Unterſchiede der Wärme, und dieß iſt alles, was mir zu finden möglich ſcheint: denn ich kann mir noch nichts gedenken, was uns über die abſoluten Größen derſelben einiges Licht geben könnte. Ich nenne dieß Maaß ſicher, weil ich bis jetzt glaube, daß die Fehler, die es vielleicht noch hat, nicht größer ſind, als diejenigen, die ohnedieß in den Beobachtungen ſtets unvermeidlich ſeyn werden. Hätte man inzwiſchen ſo genaue Erfahrungen

rungen nöthig, daß auch diese Fehler müßten in Betrachtung gezogen werden, so würde ich anrathen, meine ganze Arbeit zu wiederholen. Vielleicht würde man dadurch das Thermometer noch vollkommener machen, entweder in solchen Stücken, wo ich die noch zurückbleibende Ungewißheit angegeben habe, oder in andern, die ich selbst vielleicht nicht bemerkt habe.

Drey-

Dreyzehntes Capitel.

Anwendung der Regeln des vorigen Capitels auf die mit dem Queckſilberthermometer angeſtellten Beobachtungen der Wärme des ſiedenden Waſſers.

1115. Ich komme nun wieder auf die verſchiedne **Wärme des ſiedenden Waſſers** zurück, die mich zu dieſer neuen Unterſuchung über das Thermometer veranlaſſet hatte.

Das entdeckte **Geſetz** des **Abnehmens** der **Verdichtungen** des **Queckſilbers** bey **Verminderung** der **Wärme** von **Grad** zu **Grad**, zeigt nun ein Mittel, meine Beobachtungen zu berichtigen, und ihre Reſultate auf dasjenige zu bringen, was ſie ſeyn würden, wenn dieſe **Verdichtungen** des **Queckſilbers** immer der erſten gleich blieben; d. i. wenn das Thermometer unmittelbar die wahren Verhältniße der verſchiednen Grade der **Wärme des ſiedenden Waſſers** in den verſchiednen beobachteten Fällen anzeigte.

1116. Wenn es hiebey zureichend wäre (wie es ſonſt insgemein zureichend iſt) die **Unterſchiede** der **Wärme** nach den wahren Verhältnißen, in denen ſie untereinander ſtehen, vergleichen zu können, ohne daß man ſie auf ein beſonderes Maaß bringen dürfte, ſo würden wir in der vorhergehenden Tafel alles finden, was zu der Berichtigung der Beobachtungen nöthig wäre. Ich will dieß durch ein Beyſpiel erläutern. Wir ſehen aus der dritten Columne der Tafel, wenn wir von dem Unterſchiede ihres 7ten und 8ten Gliedes einen Proportionaltheil neh-

men,

men, daß, wenn das Thermometer von 80 auf 73, 21 fällt, der Fehler, der aus dem **Abnehmen** der **Verdichtungen** des **Queckſilbers** bey gleichen **Verminderungen** der **Wärme** entſpringt, daſſelbe um 0,03 **Grad** zu hoch erhalte. Da ich es alſo auf dem **Gletſcher Burt** in **ſiedendes Waſſer** ſenkte, hätte es, anſtatt auf 73, 21 zu ſtehen, auf 73, 18 ſtehen ſollen. Und im **Plan-de-Lechaud**, wo es auf 75, 47 ſtand, hätte es nur auf 75, 46 ſtehen ſollen. Für alle meine übrigen Beobachtungen iſt der Fehler unmerklich. Hätte man alſo nur dieſe beyden berichtiget, ſo könnte man die **Unterſchiede** der **Thermometerhöhen** für proportional mit den **Unterſchieden** der **Wärme**, die ſie hervorgebracht hat, annehmen.

1117. Aber bey dem beſondern Zweck meiner Verſuche iſt dieſe Berichtigung nicht hinreichend. Ich habe die **Verminderungen** der **Wärme** des **ſiedenden Waſſers** mit ihren Urſachen zu vergleichen, deren **Geſetze** ich beſtimmt habe. Ich muß alſo die **Unterſchiede** der **Wärme** in den beyden zu vergleichenden Fällen auf einerley Art ausdrücken. Die leichteſte Art, auf die man natürlicherweiſe fallen muß, iſt, die **Unterſchiede** der **Wärme** in 80theilen des ganzen **Unterſchieds** der Temperaturen des zerſchmelzenden **Eiſes**, und des bey 27 **Zoll Barometerhöhe kochenden Waſſers** auszudrücken. Dieſe Achtzigtheile nenne ich, wie bisher, **Grade**, und werde ſie allezeit vom **Eispunkte** aus rechnen.

1118. Der erſte Gegenſtand unſerer neuen Berichtigung iſt die **Formel**, durch welche ich nach der Theorie den **Grad** der **Wärme** ausgedrückt habe,

den

den das **siedende Wasser** bey einer gegebnen Barometerhöhe behalten muß. In dieser Absicht muß man erst die Thermometeranzeigen in den Versuchen berichtigen, die ich angestellt habe, um die verschiednen Grade der Wärme zu bestimmen, die das Wasser bey verschiednem Drucke erhalten kann.

1119. Die gröste Wärme, die das **Wasser** in meiner **Matrasse** erhalten konnte, wenn es gänzlich von dem Druck der Atmosphäre befreyt war, brachte das Queckſilberthermometer nur auf 78 Grad (1071.). Diese Thermometerhöhe kann ich auf wirkliche **Grade** der **Wärme** bringen, wenn ich meine Tafel auf die Art brauche, wie ich (1110) für die **Verminderungen** der **Wärme** angegeben habe. Ich ziehe also von der beobachteten Thermometerhöhe die Größe ab, die in der dritten Columne der Tafel neben ihr steht, und finde 78 — 0, 002 = 77, 998, wovon die Ergänzung zu 80; 2, 002 ist. Diese Zahl durch 1, 069164 dividirt, giebt zum Quotienten 1, 872. Also ist die **Wärme** bey diesem ersten Versuche, um 1, 872 **Grad** geringer, als die Wärme 80: mithin die gröste Wärme, die das **Wasser** erhalten kann, wenn es von dem Drucke der Atmosphäre befreyt ist, 80 — 1, 872 = 78, 128 **Grad**.

1120. Die **Formel**, die ich oben gegeben habe, um zu finden, welchem **Grade** der **Wärme** ein gegebner Punkt über **Null** auf der Scale des Thermometers zugehöre (1113.), würde mir eben dieses Resultat, nur durch eine weitläuftigere Rechnung, gegeben haben: diese abzukürzen, ist eben die Absicht der **Tafel**. Aber man muß doch die **Formel** brauchen, wenn man den **Grad** der **Wärme** finden will, der dem Stande des Thermometers bey der gröſten **Wärme** des **Wassers** zukömmt, wenn dasselbe mit

dem

dem Drucke der Atmosphäre beschweret ist, und das Barometer auf 27 **Zoll** stehet: denn dieser Stand des Thermometers, nemlich 89, 8 (1072) befindet sich nicht in der Tafel. Man setze also in der **Formel**, für s; 89, 8, so wird man für die mit dieser Thermometerhöhe übereinstimmende **Wärme** 89, 091 finden.

1121. Also ist der **Unterschied** der **Größen** der **Wärme**, die das **Wasser** erhalten kann, wenn es mit dem Drucke von 27 **Zoll** = 324 **Lin. Queckſilber** beschwert, und wenn es von demselben befreyt ist, 89, 091 — 78, 128 = 10, 963; und die **Veränderung** der **Wärme**, die das **Wasser** erhalten kann, für 1 **Linie** Veränderung der Barometerhöhe $= \frac{10,963}{324} = 0,033836$. Wenn man also die in **Linien** ausgedrückte Barometerhöhe a nennt, so ist die **Wärme**, die das **Wasser** erhalten kann, allezeit $78,128 + 0,033836\,a$.

1122. Auf der andern Seite ist die **Wärme**, die das **Wasser** bey der Barometerhöhe 27 **Zoll** erhalten kann; 89,091; da es doch, wenn es in freyer Luft bey eben dieser Barometerhöhe siedet, nur 80 behält: folglich **verliert** es unter diesen Umständen 9, 091 **Grad Wärme**. Nimmt man nun beständig an, der **Verlust** der **Wärme** des **siedenden Wassers** verhalte sich umgekehrt, wie die **Dichte** der **Luft**, die der Barometerhöhe proportional ist, so ist die **Wärme**, die das **siedende Wasser verliert**, allezeit $\frac{9,091 \times 324}{a} = \frac{2945,484}{a}$.

Also bleibt die **Wärme** des **siedenden Wassers**

78,

$78{,}128 + 0{,}033836\,a - \frac{2945{,}484}{a}$. Diese Formel nun muß man statt der obigen (1087) gebrauchen; da man durch die obige nicht die wirkliche **Wärme** des **siedenden Wassers**, sondern nur den Stand des **Quecksilberthermometers** bey derselben findet.

1123. Dieß ist nun alles, was man nöthig hat, um die wirkliche **Wärme** des **siedenden Wassers** in meinen Beobachtungen, mit den Ursachen zu vergleichen, denen ich ihre Verschiedenheit zuschreibe. Durch die letzte **Formel** findet man die **Wärme**, die das **Wasser** nach der Theorie bey jeder beobachteten Barometerhöhe haben muß, und die **Tafel**, nach der oben (1110 und 1112) beschriebenen Art gebraucht, giebt die **Wärme**, die es nach der beobachteten Thermometerhöhe wirklich hat.

Ich will nun noch diese neuen Formeln auf eben die Beobachtungen anwenden, die ich oben ohne diese Berichtigung berechnet habe (1088).

Beobachtungsort	Barometerhöhe in Linien	Beobachtete wirkliche Wärme des siedenden Wassers	Wärme nach der Theorie
Beaucaire, Mittel aus 3 Beob.	339¼	80,92	80,92
Auriol	335	80,67	80,67
Monluel, Lion, Embourray, Sar. } Mittel	330 1/16	80,37	80,37
von Genf, 3 Beob.	325⅛	80,09	80,07
Genf und Mouetier, Mittel	316 7/16	79,55	79,53
Genf, 2 Beob. } Mittel	311¼	79,17	79,20
Sirt			

Grange-Tournier	28	77,72		
Grange des Arbres			77,64	
Weg nach Grasse	26	75,77		
Chevre				
Plan de Lechaud	23	73,65		
Gletscher Bus			75,75	
			73,62	

1124. Nach dieser Verbesserung der Theorie der **Wärme** des **siedenden Wassers**, und Berichtigung der Beobachtungen dieser **Wärme** wegen der Fehler, die das Thermometer in dieselben gebracht hatte, erhalten also die Beobachtungen noch mehr Uebereinstimmung mit einander, als sie anfänglich zu haben schienen: wie man deutlich sehen kann, wenn man die neuen Resultate mit denen vergleichen will, die ich oben (1088,) ohne Berichtigung angegeben habe.

Ich will nun noch einige Einwendungen untersuchen, die sich gegen diese Theorie machen lassen.

Vierzehntes Capitel.

Untersuchung einiger Schwierigkeiten bey Anwendung der bisherigen Theorie auf die Erfahrung.

1125. Der erste Einwurf, den man mir gegen die angenommenen Grundsätze, oder gegen die **Beständigkeit des obern festen Punkts** am Thermometer machen könnte, wäre dieser, daß sich schwerlich annehmen lasse, daß der Grad der **Wärme** des **siedenden Wassers** bey einerley Barometerhöhe **beständig** sey, da die **Größe** der **verlohrnen Wärme** einen so beträchtlichen Einfluß auf die **Größe** der **zurückbleibenden** habe. Denn es scheinen dabey viele fremde und von den Ursachen der Barometerveränderungen unabhängige Umstände auf die Verhältniß der **empfangenen** und der **verlohrnen Wärme** des **siedenden Wassers**, und folglich auch auf die Größe der in ihm **zurückbleibenden** zu wirken. Die **erste Schicht** einer kochenden Wassermasse nimmt z. B. bey einem gewissen Zustande der Luft nur eine gewisse Menge **Feuer** an, ehe sie davon zurückgestoßen wird; dürfte also der **Verlust** an **Wärme**, den sie erleidet, nicht in Betrachtung gezogen werden, so folgte, daß sie sich nie über einen gewißen Grad erhitzen könnte, so groß auch die Gewalt des an sie gebrachten **Feuers** seyn möchte: allein dieses scheint nicht mehr statt zu finden, wenn dieser **Verlust** groß ist. Alsdann muß die Menge des angebrachten **Feuers** einen Einfluß auf die Geschwindigkeit haben, mit welcher der **Verlust** ersetzt wird, mithin auch auf die Größe der **Wärme**, die im **Wasser** zurückbleibt.

1126.

1126. In der That hat diese Ursache, wie ich glaube, einen großen Einfluß auf **Wasser**, das noch nicht **kochet**, und vielleicht selbst einigen auf das **kochende**. Aber bey dem letztern findet sich eine andere Ursache, die sich mit der erstern aufhebet, und verhindert, daß die Wirkungen davon in den gewöhnlichen Beobachtungen merklich werden können: diese Ursache ist die **Bewegung**. Das **kochende Wasser** wird heftig **bewegt**, und in die Luft erhoben; je stärker aber dieß geschieht, desto mehr verliert es von seiner **Wärme**. Je größer aber die Gewalt des **Feuers** ist, desto heftiger wird das **Wasser** bewegt; folglich wächst die Größe des **Verlusts** an **Wärme** zugleich mit der Geschwindigkeit des Ersatzes der **verlohrnen Wärme**, und beyde Wirkungen heben einander bey den gewöhnlichen Versuchen beynahe auf.

1127. Inzwischen wachsen diese beyden entgegengesetzten Ursachen nicht in einerley Verhältniß: auch ist die **Wärme** nicht in allen Graden des **Siedens** einerley. Es giebt aber einen Punkt, über welchem die zunehmende Menge des **Feuers** die im **Wasser** zurückbleibende **Wärme** nicht mehr vergrößert: dieß ist derjenige, wo es durch die Hitze des Bodens im Gefäße, und durch die Menge der in ihm entstandenen Dünste schon so stark gestoßen wird, daß das **Feuer** durch die größere Entfernung eben so viel von seiner Wirkung verliert, als es durch seine zunehmende Menge gewinnt; indem die Wirkung des erstern Umstandes weit schneller wächst, als die des letztern. Auf diesem Punkte **kocht** also das Wasser in seinem höchsten Grade: hier, und nur hier allein muß nach der Theorie der Grad der Wärme beynahe un-

veränderlich seyn, und dieß ist er auch der Erfahrung zu Folge. Ich sage mit Fleiß, beynahe; denn selbst nach der Theorie entsteht dieses Gröste aus einer gewißen Verbindung von Umständen, die nicht immer vollkommen einerley seyn können. Die Erfahrung hat mich auch gelehrt, daß sie es nicht sey: denn der Grad der **Wärme** des **siedenden Wassers** wird nicht ganz unveränderlich befunden, wenn man an einem recht empfindlichen, und mit einem Mikrometer versehenen Thermometer (881.) beobachtet.

1128. Auch läßt sich aus der heftigern oder schwächern **Bewegung** des **Wassers** erklären, warum oft die Wirkung einer andern Ursache unmerklich werde, welche doch nach eben dieser Theorie, wie es scheint, die Gleichheit der **Wärme** des **siedenden Wassers** bey einerley Zustande der Luft ansehnlich verändern sollte. Diese Ursache ist die Größe der Oberfläche, durch welche sich ein Theil der **Wärme** zerstreut. Es scheint, sage ich, als sollte desto mehr **Wärme** im **Wasser** zurückbleiben, je kleiner diese Oberfläche, d. i. je enger die Oefnung des Gefäßes ist. Aber je enger diese ist, desto heftiger ist auch das Aufwallen, so, daß das Wasser ganz aus dem Gefäße läuft, wenn die Oefnung allzueng ist.

1129. Jetzt aber will ich zeigen, daß die **Beständigkeit** der **Wärme** des **siedenden Wassers** bey den gewöhnlichen Versuchen in der That bloß die Wirkung eines ziemlich genauen Aufhebens der angezeigten Ursachen der Verschiedenheit untereinander sey: d. h. daß sich in der That wegen der verschiedenen **Zerstreuung** der **Wärme** und der verschiednen Gewalt des angebrachten **Feuers** große

Unterschiede in der **Wärme** des **Wassers** finden würden, wenn die stärkere oder schwächere **Bewegung** desselben beym **Sieden** dieselben nicht aufhöbe. Ich habe hiezu nichts, als einige schon angeführte Versuche nöthig. Bey meinem **siebenten** Versuche war das Wasser in der Matrasse fast gänzlich mit heissem Oel umgeben, und nahm beynahe 90 **Grad** Wärme an, ehe es durch das **Sieden** in Bewegung gesetzt war (1072.): hätte ich es **sieden** lassen, so würde es deren nur 83 behalten haben: denn bey einem andern Versuche, den ich nicht angeführt habe, weil er eine bloße Probe war (1046), behielt das **Wasser** in einer ähnlichen Matrasse, nachdem es sich vor dem Kochen bis auf 85 **Grad** erwärmt hatte, nur 83 **Grad**, da es übergelaufen war, und auf dem Boden der Matrasse kochte. Auch hat man im **fünften** Versuche (995) gesehen, daß das Wasser auf dem Boden einer großen Matrasse, wo es vor dem Kochen $82\frac{1}{2}$ **Grad** Wärme hatte, nach der Bewegung durch das **Kochen** nur $81\frac{5}{2}$ behielt. Ich muß noch bemerken, daß ich in beyden Fällen den Ueberschuß der **Wärme** des **siedenden Wassers** über 80 Grad nicht ganz der Figur der Gefäße zuschreibe, wie man bald deutlicher sehen wird. (1133).

1130. Es ist also ausgemacht, daß sowohl die verschiedene Figur der Gefäße, als auch die Stärke des **Feuers** auf den **Grad** der **Wärme** des **Wassers** vor dem **Kochen** einen großen Einfluß habe. Auch scheinen diese Ursachen merklich auf die **Wärme** des **siedenden Wassers** zu wirken, und dieß hat mich bewogen, bey meinen Versuchen die Figur und Größe der Gefäße und des Kohlenbeckens anzu-

geben. Zugleich aber ist es auch wahr, daß die Gestalt der Gefäße und Feuerbehältniße noch verschieden genug seyn kann, ohne daß sich die **Wärme des siedenden Wassers** beträchtlich ändert, daß man also in dieser Absicht nicht so streng seyn darf, es müste denn auf sehr genaue Versuche ankommen, bey denen das Thermometer sehr nahe an dem **obern festen Punkte**, oder darüber stehen sollte.

1131. Es kömmt aber in meinem System noch eine Schwierigkeit vor, nemlich die verschiedne **Wärme der Luft** während des **Kochens**. Wir sehen, daß die Körper ihre **Wärme** desto schneller verlieren, je kälter diejenigen sind, die sie berühren, und besonders geschieht die **Erkältung** eines Körpers desto schneller, je mehr seine **Wärme** die **Wärme** der umliegenden **Luft** übertrift. Da nun die Größe des **Verlusts** der **Wärme**, den das siedende **Wasser** an der **Luft** erleidet, auf die Größe der in ihm zurückgebliebenen **Wärme** einen nothwendigen Einfluß hat, so sollte unter übrigens gleichen Umständen, das **siedende Wasser** mehr oder weniger **Wärme** haben, je **wärmer** oder **kälter** die **Luft** wäre. Demohnerachtet habe ich nicht gefunden, daß diese verschiedene **Wärme** der **Luft** auf die Resultate meiner Beobachtungen der **Wärme** des **siedenden Wassers** auf verschiednen Höhen einen merklichen Einfluß gehabt hätte; wie schon oben erinnert worden ist (957): und dieß scheint dieser aus meiner Theorie herfließenden Folgerung zu widersprechen.

1132. Diese Schwierigkeit aber scheint von einerley Art mit der vorigen zu seyn: ich glaube nemlich, daß zwar die **Wärme** der äußern **Luft** in

der

der That einigen Einfluß auf die Wärme des siedenden Wassers habe, aber nach meinen Beobachtungen zu urtheilen, ist dieser Einfluß zu gering, um bey den andern noch zurückbleibenden Ursachen der Ungewißheit bemerkt zu werden, so lang der Unterschied der Wärme der Luft nicht über 18 Grad beträgt. Größere Unterschiede habe ich, weil ich mein Thermometer verlohr, (962), nicht beobachten können. Auch ist wohl der Unterschied der Wärme der Luft um das Wasser herum nicht einmal so groß gewesen: denn ich habe das Thermometer nur in freyer Luft und in einer gewißen Entfernung vom Wasser beobachtet, und also nur die Temperatur am Beobachtungsorte überhaupt erfahren; da doch die Luft um das Wasser herum theils durch die vom Wasser ausgehende Wärme selbst, theils durch das Feuer erwärmt war, wodurch denn gewissermassen eine allen meinen Versuchen gemeinschaftliche Temperatur, oder wenigstens eine Unregelmäßigkeit entstand, die das in freyer Luft stehende Thermometer nicht angeben konnte.

1133. Allein Versuche einer andern Art haben mir gezeigt, daß die Wärme der Luft in der That einen Einfluß auf die Wärme des siedenden Wassers habe; dieß sind diejenigen, die ich (1129) angeführt habe; bey welchen das auf dem Boden einer kleinern Matrasse siedende Wasser 83, und das in einer größern 81½ Grad Wärme hatte, obgleich in beyden die Oberfläche des Wassers, welche in der Kugel die Luft berührte, im Verhältniß eben so groß, als in den gewöhnlichen Gefäßen, und der Hals ganz offen war. Diese größere Wärme des in dieser Matrasse siedenden Wassers kann,

wenigstens zum grösten Theile, von nichts anderm herrühren, als davon, daß die mit dem auf 112 **Grad** heißen **Oele** umgebne Luft soviel **Wärme** annahm, daß sich die Zerstreuung der Wärme im Wasser merklich verminderte, und dahero mehr im Wasser zurückblieb. Aber obgleich eine so große **Wärme** der **Luft**, wie hier, merklich auf die **Wärme** des **siedenden Wassers** wirken kann, so kann doch dieß in der freyen Luft nicht geschehen: wenigstens haben so kleine Unterschiede, als ich in der Temperatur der Luft bemerkt habe, zu wenig Einfluß, als daß sich ihre Wirkungen von andern Ursachen der Ungewißheit unterscheiden liessen.

Also haben die Schwierigkeiten, welche mir über mein System beyfielen, und die sich den Versuchen unterwerfen ließen, nur dazu gedient, meine Theorie mehr und mehr zu erläutern und zu bestätigen. Die Erfahrung zeigt uns die Wirkungen der mitwirkenden Ursachen, die ich bey der Behandlung der Hauptursachen nicht in Betrachtung ziehen konnte, Wirkungen, welche auf keine Art statt finden könnten, wenn nicht die Hauptursachen wirklich vorhanden wären.

Funfzehntes Capitel.

Untersuchung der Einwürfe, die man aus der Natur der Gesetze herleiten könnte, die ich den bisher untersuchten Ursachen zuschreibe. Allgemeine Betrachtungen über dergleichen Einwürfe.

1134. Die Einwürfe, die ich noch in diesem Capitel untersuchen will, gehören in eine an und für sich wichtige Classe: es lassen sich dergleichen gegen die meisten Systeme der Naturlehre vorbringen. Sie kommen vornemlich darauf hinaus, daß man aus den **Gesetzen**, nach welchen sich gewisse Erscheinungen zu richten scheinen, durch die schärfsten Rechnungen Folgen zieht, und fordert, daß sich die Ursachen, aus denen man die Erscheinungen erklärt, mit der größten Strenge nach diesen Folgen richten sollen. Ich setze dergleichen Einwürfe in eine besondere Classe, weil ich ihnen schon durch das vorige Gründe entgegen gesetzt habe, die meinen Gegenstand insbesondere angehen, und sie jetzt nur noch auf eine allgemeine Art beantworten will.

1135. Die **Wärme des siedenden Wassers** aus der gegebnen Barometerhöhe zu finden, haben wir die Formel gegeben

$$78,128 + 0,033836\,a - \frac{2945,484}{a}$$

wo a die in **Linien** ausgedrückte Barometerhöhe bedeutet. Könnte man nun die Beobachtung der Wärme des **siedenden Wassers** über der Atmosphäre, d. i. an einem Orte anstellen, wo die Barometerhöhe $a = 0$ wäre; so würde man etwas unend-

lich

lich großes von 78,128 abziehen müßen; d. i. nach der Theorie, aus der diese Formel fließt, würde dort das **Wasser unendlich vielmal** mehr **Wärme** verlieren, als es erhielte; welches eine offenbare Ungereimtheit ist.

1136. Ich gestehe diesen Widerspruch ein, aber er kann seiner Natur nach die Gründe, auf die ich gebaut habe, nicht wankend machen. Er rührt daher, daß ich als Physiker, nicht als Mathematiker gesprochen habe. Es ist einer meiner Grundsätze, **daß sich die Zerstreuung der Wärme des siedenden Wassers umgekehrt, wie die Dichte der anliegenden Luft verhalte:** diese Verhältniß habe ich durch die Versuche, so viel **sich bemerken ließ**, richtig gefunden. Aber selbst da, als ich sie zur Regel annahm, sahe ich wohl, daß sie dieß nicht in aller Strenge seyn könne. Denn fürs erste setzt sie voraus, daß die Geschwindigkeit, mit der das **Feuer** von den Körpern ausgeht, ins **unendliche** wachse, wenn das Hinderniß, das sie aufhält, verschwindet. Allein, die **Elasticität**, die man dem **Feuer** zuschreibt, sey so groß man wolle; ja man nehme sogar an, daß es sich ohne Grenzen ausdehnen könne, wenn es kein Hinderniß seiner Ausdehnung antrift: so braucht es doch einige **Zeit** dazu, und seine Theilchen, wenn sie sich auch vollkommen frey bewegen, haben doch eine gewiße Grenze, über die ihre Geschwindigkeit nicht hinaussteigen kann. Also kann sich das **Feuer** nicht mit unendlich großer Geschwindigkeit zerstreuen: folglich kann auch das wahre **Gesetz**, nach dem der **Verlust der Wärme** des **siedenden Wassers** erfolgt, nicht in aller Strenge so einfach seyn, als ich es der Bequem-

quemlichkeit wegen ausgedrückt habe. Die Vermehrung dieses **Verlusts** wird zwar allezeit die Verminderung der **Dichte** der **Luft** zur Hauptursache haben; aber man muß dabey noch als eine Nebenursache die Grenzen der Geschwindigkeit annehmen, mit welcher das **Feuer** aus den Körpern gehen kann, wenn es kein Hinderniß antrift; welches denn die Wirkungen der Hauptursache verändert.

1137. Und dieß wäre eine Beschäftigung des Mathematikers, wenn ihm die Erscheinungen Wege zeigten, die verschiednen Grade der Geschwindigkeit zu berechnen, mit welcher **Feuertheilchen** aus den Körpern gehen, wenn sie von den **Lufttheilchen**, die sie auf ihrem Wege antreffen, mehr oder weniger gehindert werden. Er kann dabey von irgend einer Hypothese ausgehen, und sich in die Labyrinthe der Rechnung vertiefen, aus denen man nur durch eine erstaunliche Anstrengung der Aufmerksamkeit den Ausgang findet. Aber für den Physiker ist es genug, zu wissen, die Geschwindigkeit der Feuertheilchen sey so groß, daß die Schranken derselben nicht merklich werden, so lang der Unterschied der Hindernisse, die ihrer Bewegung entgegen stehen, klein bleibt; und daher anzunehmen, es zerstreue sich alsdann **dem Anscheine nach** um so viel geschwinder, je schwächer diese Hindernisse seyen. Und dieß ist eben das, was mich die Versuche mit dem **siedenden Wasser** gelehrt haben.

1138. Aber meine Formel ist noch von einer andern Seite fehlerhaft, wenn man sie auf das äußerste treiben will. Es kann aus dem **Wasser** kein anderes **Feuer** gehen, als das hineingekommen ist. Wäre es also auch richtig, daß das Feuer, wenn

es

es kein Hinderniß antrift, mit **unendlich großer** Geschwindigkeit aus den Körpern gienge, so könnte hier doch der Fall nie statt finden, daß man etwas **unendlich großes** von einer **endlichen** Größe abzuziehen hätte, wie diese Formel voraussetzt; sondern aufs höchste könnte nur **gerade soviel** abgezogen werden, als die endliche Größe betrüge: d. i. wenn das **Feuer** gar kein Hinderniß mehr fände, aus dem **Wasser** zu gehen, so würde es in eben dem Maaße auf der einen Seite herausgehen, in welchem es von der andern hineingekommen wäre, und das über der Atmosphäre dem **Feuer** ausgesetzte **Wasser** würde gar keine **Wärme** in sich behalten.

Allein würde man wohl über der Atmosphäre **Wasser** dem **Feuer** aussetzen können? Könnte sich **Feuer**, das von allem Druck befreyt wäre, in irgend einem Körper aufhalten? Wir sehen, daß es sich von allen Körpern, die man in der Physik seine **Nahrung** nennt, desto schneller losreißt, je dünner die Luft um dieselben ist: das sichtbare Feuer zerstreut sich schon auf den Bergen schneller, als unten (906), und verlöscht unter den Glocken, aus denen man die Luft pumpet. Wie sollte man sich vorstellen, daß **Wasser** über der Atmosphäre dem **Feuer** könne ausgesetzt werden, wo ein völlig luftleerer Raum wäre.

1139. Dieß sind die vornehmsten Schwierigkeiten, die ich selbst bemerkt habe, als ich meine Formel über die Grenzen, die noch sinnliche Prüfungen zulassen, ausdehnen wollte: und noch glaube ich nicht, alle bemerkt zu haben. Aber da eine vollkommne Auflösung derselben nicht in meinen Kräf-

ten steht, und der Einfluß der Ursachen, aus denen sie entstehen, in den Erscheinungen unmerklich ist, so glaube ich mich an das einfache Gesetz halten zu dürfen, nach dem sich das zu richten scheint, was man beobachten kann. Ich hätte von dieser Simplicität nicht anders, als auf sehr willkührlichen Wegen abgehen können.

1140. Ueberhaupt, wenn wir über Erscheinungen nachdenken, um ihre Ursachen zu ergründen, und wir uns dabey nicht richtige Begriffe von dem Grade der Genauigkeit machen, mit dem wir uns zu begnügen haben, so fallen wir gewiß in eine von den beyden Ausschweifungen, die unserer Befriedigung gleich nachtheilig sind, daß wir entweder an allem zweifeln, oder uns in Labyrinthe ohne Ausgang verirren. Die Erscheinungen geben uns die Hauptursachen, welche in voller Kraft wirken, mit Gewißheit an: denn es werden in ihnen die verschiednen Grade ihrer Wirkungen merklich. Allein wir dürfen nie erwarten, diese Wirkungen mit völliger Genauigkeit bestimmen zu können: es entgehen uns gewiß andere mitwirkende Ursachen, die sie mit bestimmen helfen: deren Wirkungen aber da, wo die Erscheinungen in unsere Sinne fallen, unmerklich sind.

1141. Also, ob wir gleich auf keinem andern Wege auf die **Ursachen** zurückgehen können, als durch Entdeckung der **Gesetze**, denen die Erscheinungen folgen: so müssen wir doch nicht erwarten, diese Gesetze in vollkommener Schärfe zu finden. Unsere Sinnen, unsere Werkzeuge, selbst die Grenzen unsers Verstandes werden uns nie erlauben, die Erscheinungen mit völliger Genauigkeit wahrzunehmen.

Um

Um diesen Fehlern abzuhelfen, müßten wir immer sehr große Unterschiede in den Wirkungen von einerley Ursache in unserer Gewalt haben: aber in den meisten Fällen verwickeln sich bey jeder Wirkung viele Ursachen mit einander, und doch können wir nur einen sehr kleinen Theil der ganzen Reihe der Wirkungen übersehen.

1142. Daher rührt der so einförmige Gang der Natur, der das Weltall in einer beynahe unveränderlichen Form zu erhalten scheint: aber daher rührt auch großen Theils die Unvollkommenheit unserer Kenntniße. Wenn man nur wenige **Glieder** einer **Reihe**, und noch diese nicht einmal genau bestimmt hat, so lassen sie sich mit gleicher Leichtigkeit in Reihen setzen, die ganz verschiednen **Gesetzen** folgen.

1143. Wir finden ein Beyspiel davon bey unserm Gegenstande selbst. Die Formel, die ich aus der Theorie der Veränderungen der **Wärme des siedenden Wassers** gezogen habe, und die, nach welcher sich die Erscheinungen mit ziemlicher Genauigkeit zu richten scheinen, stimmen, so weit sich unsere Beobachtungen erstrecken können, fast vollkommen überein. **Man** vergleiche die beyden lezten Columnen der Tafel (1088). Die einzige beträchtliche Abweichung findet sich bey dem niedrigsten Barometerstande, den ich beobachtet habe, und selbst diese übersteigt die Größe nicht, um welche man im Beobachten selbst noch fehlen kann (881.). Inzwischen, wenn man die Resultate beyder Formeln für noch niedrigere Barometerstände berechnet, so wird man die Abweichungen sehr groß finden. Sie geben endlich im äußersten Falle, von dem ich schon geredet habe, beyde wieder einerley Resultat; da, wo die

Baro-

Barometerhöhe o wäre, drücken beyde die Wärme des siedenden Wassers durch das verneinte unendliche aus (s). Wenn man aber die Barometerhöhe nur 1 Linie setzt, so giebt das Gesetz, nach dem sich die Beobachtungen zu ordnen schienen, die Wärme des siedenden Wassers 103,87 Grad unter der Null der Thermometerscale; die Formel aber, welche ich aus der Theorie hergeleitet habe, giebt sie 3097, 16 unter eben diesem Punkte. Nimmt man nun die Barometerhöhe noch kleiner, so weichen beyde Formeln immer mehr von einander ab, bis sie sich endlich, wie ich schon gesagt habe, wenn die Barometerhöhe ganz verschwindet, beyde ins verneinte unendliche verlieren. Wie können wir nun hoffen, vollkommen genaue Gesetze aus den Beobach-

(s) Die Formel, nach welcher ich anfänglich die Wärme des siedenden Wassers bey der Barometerhöhe *a* in 100theilen des Grades ausdrückte, ist: $\frac{\log. a \times 99}{200000} - 10387$ (961.). Diese Formel giebt so, wie die, die ich durch die Theorie gefunden habe, das verneinte unendliche für die Wärme des siedenden Wassers, wenn die Barometerhöhe o wird; denn der Logarithme einer Größe, die nach einer gewißen Verhältniß kleiner als 1 ist, ist der verneinte Logarithme einer andern, die in eben dieser Verhältniß größer als 1 ist. Ist also die Größe unendlich klein, so ist ihr Logarithme der verneinte Logarithme des unendlich großen. Aber dieser Logarithme ist unstreitig unendlich: denn man kann die letztere Größe als eine Potenz der Basis, deren man sich bedient (wie bey den gemeinen Logarithmen der 10) von einem unendlichen Exponenten ansehen. Wird also in der obigen Formel $a = o$, so ist der Logarithme von *a*, so wie der Werth der ganzen Formel, das verneinte unendliche.

Beobachtungen zu finden, wenn sich dieselben mit gleicher Wahrscheinlichkeit so verschiednen Gesetzen unterwerfen lassen.

1144. Inzwischen hindert uns dieß nicht, die allezeit unregelmäßigen **Reihen**, die wir aus den Beobachtungen ziehen, der Bequemlichkeit wegen auf die nächsten einfachen **Gesetze** zu bringen. Wir haben auch kein anderes Mittel, aus den Wirkungen, die wir messen können, auf andere zu schliessen, von denen wir wissen, daß sie die ersten allezeit begleiten, die wir aber nur selten oder sehr schwer messen können. Diese Methode, eine Art der Wirkungen durch die andere zu messen, ist eines der vornehmsten Hülfsmittel der praktischen und Experimentalphysik, und die Erfahrung zeigt uns täglich darinnen Vortheile, die man nicht verkennen kann.

1145. Aber indem man aus der Reduction der Erscheinungen auf regelmäßige **Gesetze** den gehörigen Nutzen zieht, muß man nie vergessen, daß die scheinbare Simplicität derselben bloß unsers Bedürfnißes halber angenommen sey, daß man sich also um ihrentwillen nicht weigern dürfe, andere **Ursachen** zuzulassen, die sich nach der Strenge mit dieser Simplicität nicht zu vertragen scheinen.

Diese allgemeine Betrachtung wollte ich noch zu den besondern Gründen hinzufügen, mit welchen ich zu Anfange dieses Capitels diese ganze Classe von Einwürfen bestritten habe. Jeder Satz, den ich in meiner Theorie der **Wärme** des **siedenden Wassers** brauche, hat seinen Beweiß aus den besondern Erscheinungen, und die Theorie selbst wird wiederum durch die Erscheinungen des **siedenden Wassers**

sers bestätiget. Aus einer beobachteten Barometerhöhe schließe ich auf die Wärme des siedenden Wassers zu eben der Zeit und an eben dem Orte: indem ich von der Wärme, die das Wasser durch eine gewiße Ursache erhält, diejenige abziehe, die es durch eine andere Ursache verlieren muß, und das Thermometer bestätiget meine Schlüße. Ich bin also berechtiget, zu glauben, daß diese Ursachen wirklich vorhanden sind, und sich in den Erscheinungen mit ziemlicher Genauigkeit nach den angegebnen Gesetzen richten, obgleich die Gesetze selbst nicht in aller Strenge die richtigen sind.

1146. Bey dieser Betrachtung sehe ich nicht bloß auf mein System über das Sieden des Wassers, sondern auf alle Systeme der Naturlehrer, welche ähnliche Einwürfe zulassen, wovon ich nur ein einziges Beyspiel anführen will.

Ich habe Herrn le Sage oft klagen hören, daß man in der Physik aus den Versuchen des Galilei, nach welchen sich die von fallenden Körpern durchlaufenen Räume, vom Anfange des Falles aus gemessen, wie die Quadrate der Zeiten verhalten, schließen wolle, die Schwere lasse sich nicht durch den Stoß einer Materie erklären. Freylich stimmt eine solche Erklärung nicht mit dem Gesetz des Galilei überein, wenn man dasselbe in geometrischer Schärfe nehmen will.

Aber konnte wohl Galilei bey seinen Versuchen vollkommen scharfe Bestimmungen haben? Wie hat er die Wirkungen des Widerstands der Luft in Rechnung gebracht? Wie genau gaben ihm seine Werkzeuge das Maaß der Zeiten und der durch-

laufenen **Räume**? Dieß sollte man untersuchen, ehe man des **Galilei Gesetz** für **vollkommen scharf** ausgeben, und jeden Mechanismus, der nicht auf eben dasselbe führt, geradezu verwerfen wollte. Denn wenn z. B. die vom Anfange des Falles ausgemessenen **Räume**, sich nicht, wie die **Quadrate**, sondern wie die **Triangular Zahlen** der Zeiten, oder der Anzahl der von diesem Anfange an verfloßenen **Zeittheilchen** verhielten (ein Gesetz, welches nach Verlauf etlicher hundert solcher Zeittheilchen noch so wenig von dem **Galileischen** abweicht, daß es unmöglich ist, in der **Beobachtung** eins vom andern zu unterscheiden): so würde sich allerdings die **Schwere** durch eine nicht stetig, sondern stoßweise wirkende Ursache erklären lassen. Und setzt man die zu Ende eines gewöhnlichen Falles durchlaufenen **Räume** nur um ein Tausendtheil kleiner, als das abstrakte Gesetz des **Galilei** im Vergleich mit den zu Anfange des Falls durchlaufenen, erfordert (eine Voraussetzung, die unsere Abmessungen gar wohl zulassen, bey welchen sich eine Ungewißheit über diese Größe nie vermeiden läßt): so läßt sich die **Schwere** durch eine flüßige Materie erklären, der man gar keine unendliche, sondern für diesen besondern Fall, nur die Geschwindigkeit irgend eines Planeten zuschreiben darf.

Man brauche also das Gesetz des **Galilei** zu Berechnung der Erscheinungen, in welche seine Fehler noch nicht soviel Unrichtigkeit bringen können, als die Beobachtung selbst. In solchen Fällen darf und soll man es seiner Simplicität wegen gebrauchen, so lang weder Erfahrung noch Nachdenken mit mehrerer Gewißheit auf ein anderes leiten. Aber

man darf es nicht gegen irgend ein anderes, sonst wahrscheinliches System anführen, wenn dieses andere Gesetze des Falls der Körper voraussetzt, wenn nur diese Gesetze ebenfalls mit den Erscheinungen übereinstimmen (*).

1147. Kurz es ist zur wahren Erweiterung der Naturlehre, nach der Sorgfalt für die Vollkommenheit der Beobachtungen, nichts nothwendiger, als die Grenzen der Fehler zu bestimmen, welche noch in den Beobachtungen zurückbleiben können. Unsere Einbildungskraft, die beständige Vorläuferinn des Unterrichts, den uns die Natur selbsten giebt, verfällt auf mancherley Ursachen und Erklärungen der Dinge. Nur die Kenntniß der Grenzen der Fehler, denen die Beobachtungen noch ausgesetzt bleiben, kann uns in Stand setzen, solche Ursachen entweder mit Grund zu verwerfen, oder mit einem bekannten Grade von Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

(*) Man sehe hierüber die in den Zusätzen no. II. eingerückte Anmerkung des Herrn Hofr. Kästner. A. d. U.

Ende.

Zu-

Zusätze (*)

I.

Zu §. 837.

Aus *Tob. Mayeri* Operibus ineditis, cura *G. C. Lichtenbergii*. Goetting. 1775. 4 maj. Vol. I. pag. 90.

Herr Prof. **Lichtenberg** giebt hier Nachricht von einem Thermometer, das **Mayer** 1755 verfertiget hatte, und das nun Herr Hofr. **Käſtner** beſitzt. Die **Reaumuriſche** Scale daran hat das beſondere, daß beym Siedpunkte nicht 80, ſondern 82½ verzeichnet iſt. Der Grund, der **Mayern** zu dieſer Veränderung bewogen, iſt unbekannt. Inzwiſchen giebt dieſe Scale eine noch größere Uebereinſtimmung der **Mayeriſchen** und **de Lucſchen** Erfahrungen, als Herr **de Luc** ſelbſt nach ſeiner Vorausſetzung von der Scale des **Mayeriſchen** Thermometers, glauben konnte. Dieß zeigt Herr Prof. **Lichtenberg** in folgender Stelle.

„Inuenit Cel. *de Luc* notabilem ac phyſicorum attentione digniſſimum concentum inter correctiones ſecundum *Mayeri* regulam refractionibus pro mutatione therm. Reaum. 10. graduum applicandas, et illas, quae pro eadem mutatione ad altitudines ope barometri et differentiarum logarith-

(*) Ich habe dieſe beyden Zuſätze lieber am Ende beyfügen, als ihnen die Form der Anmerkungen laſſen, und den Fortgang des Textes dadurch zu lang unterbrechen wollen. A. d. H.

arithmorum inuentas, secundum suas subtilissimas obseruationes applicari debent. Haec postquam exposuit: *Cette confirmation mutuelle*, inquit, *des expériences de M. Mayer et les miennes, supposé il est vrai, que j' ai bien defini le thermomètre, dont cet Astronome faisoit usage.* Non inutile ideo erit et hic breui calculo declarare, quantus sit ille modo dictus concentus. Sed quo facilius haec et dici et intelligi possint, ponamus gradum scalae Reaum. communis = r, gradum Reaum. secundum scalam Mayerianam = m, gradum thermometri Cel. *de Luc.* (quorum $23\frac{1}{4}$ = 10 r) = l, rationem r: m = 82,5: 80 (sicut in scala habetur) = 33: 32, tunc erit 10 r = $\frac{93}{4}$ l = $\frac{330}{32}$ m, ideoque m: l = $\frac{93}{4}$: $\frac{330}{32}$ = 124:55 siue l = $1\frac{55}{124}$ m. Sed secundum *Mayerum* mutationi thermometri = 10 m conuenit mutatio refractionis = $\frac{1}{22}$ totius, conuenit ergo mutationi l mutatio refractionis = $\frac{55}{124.220} = \frac{1}{4960}$. Cel. *de Luc* autem inuenit, mutationi thermometri = l conuenire correctionem ad altitudines ex differentia logarithmorum altitudinum mercurii barometrici deductas applicandam = $\frac{1}{500}$, quae fractio tantum $\frac{1}{5020}$ minor est illa, quae secundum *Mayerum* correctionem refractionum pro eadem coeli temperie exprimit. Cel. *de Luc*, qui posuit m = r inuenit correctionem refractionis = $\frac{1}{511}$, quae, etsi ab $\frac{1}{500}$ aliquanto magis differt, quam modo inuenta, tamen et haec differentia nulla est, si finem spectes, si vero notabilem illum consensum multo quam res requirebat maiorem mire-re, non ingratum erit, illum vel tantilla ista quantitate auctum videre.“

II.

Zu §. 1146

Prüfung

eines von Herrn le Sage angegebnen Gesetzes für fallende Körper

von

Abraham Gotthelf Kästner

(Deutsches Museum. Sechstes Stück. Jun. 1776. no. 6). §. 5 — 25.

5. Das Gesetz, welches Herr le Sage vorschlägt, möchte etwa folgendes seyn: Man stelle sich ein sehr kleines Zeittheilchen vor. Es muß in den kürzesten Zeiten, die wir abzumessen gewohnt sind, in einer Sekunde z. E., schon sehr vielmal enthalten seyn. Ich will es der Kürze wegen z nennen.

In diesem Zeittheilchen bewege sich ein Körper, der aus der Ruhe zu fallen anfängt, durch den Raum e.

Wenn ihn Herrn le Sage Schwere da eine Zeit lang stößt, die solcher Zeittheilchen n beträgt, so geht er durch einen Weg $= \frac{n.(n+1)}{1.2}\ e.$

6. Es ist richtig, daß sich ein Paar solche Wege beynahe wie die Quadrate der Zeiten verhalten, wenn die jedem e zugehörigen n ziemlich groß sind. Dieses übersieht jeder, der mit solchen Rechnungen umzugehen weiß, sogleich: ein Exempel zur Erläuterung wird indeßen nicht ganz überflüßig seyn.

7. Man setze der (5.) genannten kleinen Zeittheilchen seyen in einer Sekunde m enthalten, folglich in zwey Sekunden 2 m. So geht nach Herrn le Sage Gesetz der Körper in einer Sekunde durch $\frac{m.(m+1)}{2}$ e, in zweyen durch $\frac{2m.(2m+1).e.}{2}$

Diese beyden Wege verhalten sich wie $m+1 : 4m+2 = 1 : \frac{4m+2}{m+1} = 1 : 4 - \frac{2}{m} + \frac{2}{mm}$ ....

welche Verhältniß der 1 : 4 bald sehr nahe kömmt, wenn m nur eine mäßig große Zahl ist. Wäre es 10000, so fiele die Verhältniß zwischen 1 : 4. und 1 : 3, 9998; welche Gränzen so nahe beysammen sind, daß die ersten von beyden ohnstreitig in jeder Erfahrung würde dargestellt werden.

7. Das Zeittheilchen (5.) muß eine gewiße unveränderliche Grösse haben, es muß in einer ganz eigentlichen Bedeutung ein Atom für die Zeit seyn, der nicht zerstückt wird. Mengen von dergleichen Atomen machen grössere Zeiten aus. Die Schwere stößt den Körper nur im Anfange jedes solchen Zeitatoms; während daß er verfließt, wirkt sie nicht in den Körper, nur wenn der nächste angeht, wiederholt sie ihren Stoß, ob eben mit der vorigen Stärke oder mit anderer, lasse ich itzo unentschieden. Ein Bild von dieser Art zu wirken kann der englische Haken geben, der alle Sekunden einmal an einen Zahn des Steigerades anstößt, während daß eine Sekunde verfließt, das Rad ohngehindert fortgehen läßt. Man begreift leicht, wie weit die Aehnlichkeit dieses Bildes geht, der Haken hemmt Bewegung, die Schwere erregt welche.

Auch ist noch der Unterschied: durch Verschiebung der Pendellinse kann man machen, daß der Haken nach längern oder kürzern Zwischenzeiten einfällt. So viel Freyheit hat die Schwere in Herrn l. S. System nicht; das Zeittheilchen zwischen zween ihrer nächsten Stösse auf den fallenden Körper muß immer genau einmal so groß als das andere bleiben, sonst würden die Triangularzahlen ein sehr ungewisses Maaß geben, wenn sie sich bald auf diese Einheit, bald auf jene bezögen.

8. Dieses noch mehr zu erläutern stelle man sich z auf zweyerley Art in Theile getheilt vor. Einmal in Hälften, und der Körper gehe in der ersten Hälfte durch einen Raum = h; darnach in Zehntheile, und der Körper gehe im ersten durch einen Raum = k.

9. Beobachtete er das erklärte Gesetz die beyden Hälften über, so wäre sein Weg am Ende des zweyten oder des ganzen Zeittheilchens = 3. h.

10. Beobachtet er es die ersten fünf Zehntheile, so ist sein Weg am Ende des fünften = 15. k.

11. Beobachtet er es alle zehn Zehntheile durch, so ist sein Weg am Ende des zehnten = 55. k.

12. Mit dem fünften Zehntheile endigt sich die erste Hälfte, also hat man aus (8. 10.) h = 15 k;

13. Aber die Wege am Ende des Ganzen sind: das Ganze als zwo Hälften betrachtet, 3 h (9). Und, das Ganze als zehn Zehntheile betrachtet, 55 k. Das giebt, weil doch auch diese beyden Wege gleich seyn müßen, 3 h = 55 k oder h = $18\frac{1}{3}$ k.

14. Also widersprechen 12; 13. einander; oder im Ganzen z können nicht gleiche Wege beschrieben werden, wenn man es in Hälften und wenn man es in

Zehn-

Zehntheile eintheilt, wofern das erklärte Gesetz sowohl bey den Hälften, als bey den Zehntheilen soll beobachtet werden.

Man könnte sich einfallen lassen, interpolirte Triangularzahlen zu brauchen, ich meine, in (5) statt n, einen eigentlichen oder uneigentlichen Bruch zu setzen, wie man thut, wenn man den Binomischen Lehrsatz zur Ausziehung von Wurzeln anwendet. Aber auch alsdann würde nicht Uebereinstimmung heraus kommen, wenn man aus dem Wege in einer ganzen Zeit, den Weg in einem Theile von ihr, und rückwärts aus dem Wege in einem Theile den Weg in der ganzen suchte; eine sehr leichte Buchstabenrechnung zeigt dieses sogleich allgemein, hier will ich nur ein Exempel davon geben.

Der Weg im Ganzen z sey = e; man suche daraus den Weg im zehnten Theile, so daß man in (5) $n = 0,1$ setzt. So kömmt dieser Weg = $0,1.1,1.e = 0,055.e$.

2

Man nenne ihn = k; und suche rückwärts aus ihm, den Weg im Ganzen, das Ganze als zehn solche Zeiten betrachtet, in deren erster k beschrieben wird. So ist der Weg im Ganzen = 55 k, und der soll = e seyn.

Also käme $e = 55.0,055.e$ welches nicht seyn kann.

Die Widersprüche, welche diese Interpolirung giebt, sind übrigens dem Herrn le Sage nicht entgegen zu setzen, denn sie ist gewiß seinem Sinne nicht gemäß; er rechnet nur für ganze z, nicht für Theile davon.

15. Hierinnen also unterscheidet sich Herr le Sage Gesetz von allem, was man sonst annimmt, wenn

wenn man Veränderungen in der Natur berechnet. Man nimmt bey ihnen das Gesetz der Stetigkeit an, daß die Veränderungen nicht ruckweise, sondern ununterbrochen geschehen, so daß, wenn einer gewissen Zeit eine gewisse Veränderung zugehört, jeder kleinern Zeit, auch eine kleinere Veränderung zugehört, welche durch diese kleinere Zeit eben so bestimmt wird, wie die grössere Veränderung durch die ihrige.

16. Will man dieses nicht annehmen, so muß man aller Anwendung der Rechnung des Unendlichen auf die Natur entsagen. Und es ist nur durch diese Anwendung, daß die allgemeine Kenntniß der Natur, eben seit des Galilei Zeiten, der damit den Anfang machte, so hoch gestiegen ist.

17. Ob nicht in der That jeder veränderlicher Sache gegenwärtiger Zustand vollkommen bestimmt und von dem nächsten, in den sie kömmt, durch scharf bezeichnete Gränzen abgesondert ist, darüber habe ich anderswo meine Gedanken geäussert *). Die wahre Welt ist ganz was anders, als was die scheinbare uns darstellt, das würde ich für gewiß halten, wenn ich auch die Leibnitzische Monadologie nicht glaubte, die doch meines Erachtens nur jener unwidersprechliche Satz, etwas stärker ausgedruckt und vollständiger ausgeführt ist. Aber diese Stufen, so richtig abgeschnitten sie in der wahren Welt seyn mögen, ziehen sich für uns, die wir nur die scheinbare kennen, allemal in einen ununterbrochen fortgehenden Abhang zusammen.

18. Wenn jemand einige dieser Stufen unserm Verstande überzeugend darstellte, wenn er uns aus dem

*) De Lege Continui in natura. Lipſ. 1750. Dissertation. math. et phyſ. Soc. R. Sc. Gott. exhibit. (Altenb. 1771.) n XIII.

dem Reiche der Erscheinungen, das wir bewohnen, Blicke in das Reich der Wahrheit thun lehrte, so wäre er etwas mehr, als Newton und Leibnitz zusammen. Nur müsten diese Blicke sicher und deutlich seyn; und bisher haben wir noch keinen Grund zu hoffen, daß für dergleichen die Augen sterblicher Erdbewohner gemacht sind.

19. Was Herr le Sage dem galileischen Gesetze entgegen stellt, läst sich also etwa folgendergestalt ausdrucken: Es giebt gewisse kleine Zeittheilchen von bestimmter Grösse, man weiß aber nicht wie groß; am Anfange jedes solchen Zeittheilchens, und sonst nie, stößt einen fallenden Körper etwas, man weis aber nicht was, auch nicht wie stark; so geht er, in dieser unbekannten Zeit, einen Weg, man weis nicht wie weit. Und nun fällt er ferner nicht nach dem Gesetz, das die Leute wollen erfahren haben, sondern nach einem ganz andern, das sich aber durch die Erfahrung nicht als von jenem unterschieden erkennen läst. — Und dieß alles angenommen; was gewinnen wir damit? Zu wißen, daß sich das Fallen der Körper sehr begreiflich aus Dingen erklären läst, von denen allen man nichts weis. Jener Arzt sollte die Zusammensetzung seiner Mittel anzeigen, ehe man ihm verstattete, solche auszubieten. Er gab folgende Rechenschaft:

„Zur Salbe nehm ich: Erstlich, Wachs;
„Darnach; das Fett von einem Dachs
„Und dann — das dritte — weis ich nicht.

Wenn man aber nun gar zu einer Hypothese, drey oder viererley nimmt, davon man keins weis?

20. Daß Herr de Lüc nach Herrn le Sage so redet, als nähmen die itzigen Naturforscher das galileische Gesetz nur wegen seines Erfinders Erfahrungen

rungen an, ist nicht billig genug verfahren. Bald nach dem **Galilei**, hat es **Riccioli**, durch ziemlich im Grossen und mit vieler Sorgfalt angestellte Versuche bestätiget, und viele Neuere haben sie wiederholt. Es ist bekannt, daß außer dem senkrechten Falle, auch der auf einer schiefen Ebene bequem kann gebraucht werden, wie schon Galilei gethan hat. Und wenn es, wie hie zulänglich ist, nicht auf die Zeiten selbst, sondern auf ihre Verhältniß ankömmt, so ist nicht so gar schwer, eine ziemliche Sicherheit zu erhalten. Daß man Materien braucht, bey denen der Widerstand der Luft in solchen Versuchen nicht sehr beträchtlich ist, daß dieser Widerstand ebenfalls, weil es hier nur auf Verhältniße ankömmt, weniger Irrungen macht, ist ebenfalls begreiflich. Newton hat eben dadurch die Größe des Widerstandes zu bestimmen gesucht, daß er, was nach den galileischen Gesetzen erfolgen sollte, mit dem verglich, was in widerstehenden Materien erfolgte.

22. Endlich beruht auf den galileischen Gesetzen eigentlich alles, was wir von der Bewegung wissen. Nach ihnen hat Hugen die Pendeluhren eingerichtet. Daß der Mond sie gegen unsere Erde beobachtet, wie ein Körper sie beobachtet, den unsere Schwere treibt, nur so geschwächt, wie es die Entfernung des Mondes von uns erfordert: das führte einen Newton auf die allgemeine Schwere der Weltkörper gegen einander. Sollen wir alle diese physische und astronomische Kenntnisse wegwerfen? nur damit wir sagen können, die Wege jedes fallenden Körpers verhalten sich wie die Triangularzahlen unbekannter Mengen, eines unbekannten Zeitatoms?

23. Gröbere Erfahrungen durch feinere zu verbessern, das erweitert allerdings die Kenntniß der

Natur.

Natur. So braucht man durch Bradleys Bemühungen, Abirrungen des Lichts und Wanken der Erdaxe. Abweichungen einer bisherigen Theorie von Erfahrungen berichtiget man durch Betrachtung einer Kraft, von der man weis, daß sie vorhanden ist, deren Gesetze man sonst aus Erfahrungen kennt, und an deren Anwendung auf gegenwärtigen Fall nur bisher noch nicht war gedacht worden. So findet man, daß Unregelmäßigkeiten in den Bewegungen der Weltkörper daher entstehen, weil sie einander durch ihre anziehenden Kräfte stören.

23. Aber von einer Kraft oder Materie reden, die sich durch nichts unsern Sinnen entdeckt, diese nach Gesetzen wirken lassen, von denen man auch keine Erfahrung hat, sondern die man nur so annimmt, wie man sie nöthig hat, das heißt nicht erklären, sondern erdichten.

25. Mir, nach meiner Einsicht, sind die galileischen Gesetze nicht das Einzige Bedenkliche gegen die Erklärung der Schwere aus einer stossenden Materie gewesen. Ich habe Schwierigkeiten gegen diese Erklärung in einer noch viel bekanntern Wahrheit gefunden, von der man sich durch Erfahrungen versichert, die wohl keinen Einwendungen ausgesetzt sind; in der: daß sich das Gewicht eines Körpers im geringsten nicht nach seiner Gestalt, sondern nur nach seiner Masse, nach der Menge der ihm eignen oder mit ihm zusammenhängenden Theilchen richtet. Entsteht das Gewicht von Stössen, die alsdann bey gehemmter Bewegung nur drucken, so muß die Materie, welche stößt, jedes, auch die innersten Theilchen des Körpers treffen. Gewiß gelangt sie zu manchen dieser Theilchen nicht anders, als durch labyrinthische Wendungen der Zwischenräume, und wenn sie diese durchkrochen hat, und nun an das Theilchen kömmt, so stößt sie es

vollkommen so stark, und nach eben der Richtung, wie wenn sie es auf der Oberfläche angetroffen hätte. So künstlich stößt keine der Materien, die man aus der Erfahrung kennt. Man könnte gewissermassen sagen: die schwermachende Materie gehe durch die Körper überall durch, und stosse zugleich überall an.

25. Da dieses mir bisher eine schwermachende Materie unbegreiflich gemacht hat, so gehöre ich nicht zu denen, über die Herr le Sage sich beklagte (s. §. 1146 des Texts) vielmehr zeigt das, was ich beygebracht habe, daß ich des Herrn le Sage Gesetz nicht sehr glaublich finden würde, wenn ich auch dem galileischen nicht vollkommen Beyfall gäbe. Es giebt Naturforscher, die am galileischen zweifeln, nicht weil sie wie Herr le Sage ein etwas künstlicheres auszudenken wüsten, welches allemal, wenn auch das Künstlichere nicht beßer ist, Genie anzeigt, sondern, weil sie ihrer gänzlichen Unwissenheit in der Mathematik wegen, jenes, das Herr le Sage einfach nennt, recht zu fassen nicht im Stande sind. Daher, wenn sie ja davon reden müssen, drücken sie es nicht, wie sich für Berechnungen gehört, durch die Quadrate aus, sondern geben davon nur die unvollständige und für sich unbrauchbare Nachricht, daß die Höhen in den einzelnen Zeittheilen, wie die ungeraden Zahlen zunehmen. Solche Naturforscher, bey denen es schon mathematisch ist, gerade und ungerade zu unterscheiden, werden sich freuen, wenn sie erfahren, daß auch jemand an dem galileischen Gesetze zweifelt, der sogar Trigonalzahlen zu nennen weis. Sie werden sich bemühen, in etwas verstehen zu lernen, was das für Zahlen sind, und nun, kühn auf eine solche Autorität, das galileische Gesetz, noch unbescheidener bezweifeln, als sie sonst gethan haben. Ich vermuthe, meine Erinnerungen gegen Hrn. I. S. Meynung machen ihm mehr Ehre, als ein solcher Beyfall.

Register

über die in beyden Theilen abgehandleten Materien.

nach der Zahl der Paragraphen.

A.

Aequator. Unter ihm muß die Atmosphäre höher seyn, als in andern Gegenden der Erdkugel. 199

--- Warum sich unter ihm das Barometer weniger, als gegen Norden ändert. 733

Aeroſphäre des Monds. 805 u. f.

Aether kann durch seine Verdichtung um die Planeten, die Atmosphären derselben ausmachen. 804

Aetna, die aus ihm aufsteigenden Dämpfe erheben sich mehr oder weniger, nach dem Grad der Dichte der Luft. 705

Afrika. Wärme und Druck thun daselbst auf die Luft eben die Wirkung, wie in andern Welttheilen. 784

Alpen. Entstehung der Flüße auf denselben. 157 u 159

--- Für diese ist das Eiß, das sie enthalten, eine unerschöpfliche Quelle. 935

--- Höhe einiger ihrer Spitzen s. die Art. Mont-blanc, Gletscher Buet.

Andere Merkwürdigkeiten der Alpen, s. die Erzählung der Bergreisen. 88 u. f.

Amerika. Die Luft verdichtet sich da nach eben den Gesetzen, wie in Europa und Afrika. 774 u. 784

Ammonshörner 7844 Fuß hoch über der Meeresfläche gefunden. 901

Amontons. Erfinder einer Verbesserung des Doppelbarometers. 32 Anm.

— eines conischen Barometers. 46 u. f.

— eines verkürzten. 52 u. f.

— eines Meerbarometers. 58 u. f.

— Seine Hypothese über die Unregelmäßigkeit des Barometers 66 u. f.

— Seine Untersuchungen über die Wirkung der Wärme auf das Barom. 105

Amontons. Sein Thermometer. 421 u. 429
Anac. Seine Einwürfe gegen die Braunschen Versuche über das Gefrieren des Queckſilbers 416
Anhängen des Queckſilbers an die Barometerröhre, macht es unnöthig, die ſcheinbaren Veränderungen auszudehnen. 50
— oder die Scale in ſehr viel Theile zu theilen 51 u. 486
Atmoſphäre muß unter dem Aequator höher, als unter den Polen ſeyn 199
— drückt aber darum nicht ſtärker auf die Erde. ebend.
— Wirkung der Veränderung der Wärme auf das ganze Gewicht der Säulen der Atmoſphäre 201 u. f.
— Die größten Veränderungen der Wärme geſchehen im untern Theile der Atmoſphäre. 203
— Die obern Theile nehmen keine große Wärme an ebend.
— Wirkung der Wärme auf den Druck der Atmoſphäre beym Uebergang von Winter zu Sommer, und von Nacht zu Tag. 204
— Bemerkung über die Veränderungen, welche die Winde in dieſem Drucke hervorbringen, weil die Ströme derſelben von verſchiedner Temperatur ſind. 205 u. f.
— Und weil die ruhige Luft anders drückt, als die bewegte. 195 u. f.
— Unterſchied der Wärme der Atmoſphäre bey uns und unter den Wendekreiſen 206
— Höhe der Atmoſphäre nach Kepler 232
— nach Boyle. 233 u. f.
— nach Mariotte. 250
— nach Halley. 263
— nach Horrebow. 323
— nach Mairan. 68 Anm.
— Veränderungen der Atmoſphäre nach Daniel Bernoulli. 295 u. f.
— Wirkung der Veränderungen der Wärme auf die abſoluten und relativen Barometerhöhen in verſchiedenen Höhen der Atmoſphäre. 524 u. f.
— Ueber die Dichte verſchiedner gleichſchwerer Schichten der Atm. 559 u. f. u. 577
— Ueber die Schwere gleichdichter Schichten. 568 u. f.

Atmosphäre. Die Verhältniß der Dichte der Luft zu dem Drucke, den sie trägt, ist unten eben so, wie in der Höhe 614 u. f. 765 u. f.
— Irrthum des Herrn Bouguer hierüber. 765
— Scheinbarer Zustand der Atmosphäre bey den Beobachtungen auf dem Berge Saleve. 627
— Wirkung der Dünste in der Atm. auf den Druck ihrer Säulen. 713 u. f.
— Veränderungen des Zustands der Atmosphäre, sind nicht überall gleich, noch ähnlich. 744
— Nutzen der Bestimmung der ganzen Höhe der Atmosph. 794
— Untersuchungen darüber 795 u. f.
— Nach den scheinbaren Gesetzen der Ausdehnung der Luft ist die Höhe der Atm. unendlich. 795
— Bestimmung ihrer Höhe bis dahin, wo das Barometer nur auf 1 Lin. steht. 797 u. f.
— auf jeden gegebnen Bruch der Linie. 801 u. f.
— Physische Grenzen der Atmosph. wegen ihrer Schwere gegen die Himmelskörper. 803
— Muthmaßung über die Atmosphären überhaupt 804 u. f.
— Schwierigkeit wegen der Wirkung der Wärme auf die Luft, die ganze Höhe der Atmosph. zu bestimmen 807
— Ueber den Theil der Atmosphäre, der die Größe der Strahlenbrechung bestimmt. 810 u. f.
— Muthmassung über die Wirkung des Feuers über der Atmosphäre. 1138
Aufgang der Sonne, seine Wirkung auf die Beob. s. Sonne.
Aufwallung flüßiger Materien im leeren Raume, durch die frey werdenden Luftblasen, wird vom Sieden unterschieden 1033
— Anwendung dieses Unterschieds 1050
— Verschiedne Grade der Aufwallung 1054 u. f. 1057, 1061, 1064
— Sie wird durch die bloße Wärme der Hand hervorgebracht. 1061
Avicenna. Sein Thermometer. 420 d

Ausdehnbarkeit der Luft, wird bey dem Gesetz der Ausdehnungen in der Atmosphäre unendlich angenommen. 795
Ausdehnung des Queckſilbers im Reiſebarometer 404
— Schwierigkeit, die Verhältniß der Ausdehnungen der Luft und des Queckſilbers durch die Wärme zu beſtimmen. 661 u. f.
Ausdehnung der Luft, des Queckſilbers und der flüßigen Materien überhaupt, ſ. Luft, Queckſilber, flüßige Materien.
Ausdünſtung ſcheidet das Phlegma beſſer vom Weingeiſt, als die Deſtillation. 426 e
— geht ſowohl im Winter als im Sommer vor ſich. 685 u. f.
— iſt bey den flüßigen Materien mit Erkältung verbunden. 693
— wird durch das Feuer hervorgebracht. ebend.
— Ueber das Ausdünſten im leeren Raume 708
Die Ausdünſtung iſt nicht die Urſache, ſondern die Folge der Erkaltung. 972
— Sie findet nur auf der Oberfläche der flüßigen Materien, oder in dem innern nur da ſtatt, wo der Zuſammenhang unterbrochen iſt. 998
— Die Luft unterbricht den Zuſammenhang der Theile im innern, und veranlaſſet alſo die Ausdünſtung 1002 u. f.

B.

Bäche, ihre Entſtehung auf den Bergen. 159
Ballon, halb voll Luft, bläſt ſich auf den Bergen ganz auf. 231
Barometer. Epoche ſeiner Erfindung. 1
— Seine Erfindung durch Toricelli 1643. 7
— Entdeckung ſeiner Veränderungen. 11. u. f.
— Paſcal entdeckt ſeinen Gebrauch zu Höhenmeſſungen 13
— Beſchreibnng des erſten Barometers. 18
— Barometer mit der gebognen Röhre. 19
— Dieß iſt ſeine beſte Form. 20

Barometer. Scheinbarer Fehler, um dessen willen man sie verwarf. 21
— Gemeines Barometer mit dem Queckſilberbehältniß. 22
— Ueber die verſchiednen dem Barometer gegebnen Gestalten. 23
— Barometer des Des-Cartes. 24 u. f.
— ausgeführt von Huygens. 28
— Doppel-Barometer des Huygens. 29 u. f.
— verbeſſert von Dr. Hook. 32. u. f.
— Barometer des Herrn Paſſement. 53 Anm.
— Radbarometer des Dr. Hook. 35 u. f.
— ſchlieſſiegendes des Morland. 37 u. f.
— rechtwinklichtes des Caſſini, verbeſſert durch Joh. Bernoulli. 39. u. f.
— coniſches des Amontons. 46 u. f.
— mit dem Mikrometer v. Derham. 51
— verkürztes des Amontons. 52 u. f.
— oder Manometer des Herrn von Mairan. 55 u. f.
Meerbarometer des Amontons. 58. u. f.
— des Paſſement. 61. Anm.
— einfaches des Prins. 63 u. f.
— Hypotheſen des Amontons und Homberg über die Ungleichheiten der Barometer. 66. u f.
— Leuchten der Barometer ſ. den Art. Licht der Barometer.
— Verſuche über die ausgekochten Barometer von Dufay, Caſſini, Ormes und Beighton. 96 u. f.
— Verſuche über die Wirkung verſchiedner Weiten der Röhren von de Plantade, Caſſini und le Monnier. 101 u. f.
— über die Wirkung der Wärme auf das Barometer, von Amontons, de la Hire, du Fay und Beighton 105 u f.
— Hypotheſen über die Barometerveränderungen. Man ſ. die Art. Veränderungen, Wärme, Regen, Dünſte, Wind.
— Verſuche von Höhenmeſſungen durch das Barometer, ſ. Höhen.
— Ueber die Wirkung der Luft in den Barometern 343 u. f.

Barometer. Wirkung der Wärme auf Barometer von verschiedner Einrichtung. 350 u. f.
Wie man das Bar. füllen müße, um die Wirkung der Luft und Wärme bestimmen zu können. 355 u. f.
Neue Versuche, diese Wirkungen zu bestimmen. 362 u. f.
Berichtigung wegen der Wirkung der Wärme auf das Barometer. 371 u. f.
Thermometerscale zu dieser Absicht. 490 u. f.
Von welchem Punkte aus die Barometerhöhen zu messen sind, und über die Wirkung der verschiednen Gestalt der Barometer hierauf. 376 u. f.
Neue Versuche über die Wirkung der verschiednen Gestalt der Kugeln und Behältniße der Barometer. 381 u. f.
Die Barometerröhre muß durchaus gleich weit, unten gebogen, und ohne Behältniß seyn. 385
Unbequemlichkeit dieser Gestalt, Mittel, ihr abzuhelfen. 386
Ueber die gewöhnlichen Fehler der Barometer, und ihre Wirkung auf Beobachtungen verschiedner Art. 387 u. f.
Nothwendigkeit einer allgemein angenommenen Einrichtung des Bar. 393
Vorschlag einer solchen Einrichtung. 394
Normalbarometer. ebend.
Von der Scale des Bar. und den Fehlern bey ihrer Abmessung. 395 u. f.
Grad der Genauigkeit unserer vorgeschlagnen Einrichtung des Bar. 397
Mängel, die ihr noch bleiben, und ihre Ursachen. 398 u. f. 656 u. 857 Anm.
Ueber die Reisebarometer. 401 u. f.
Reisebarometer mit Klappen. 460 u. f.
— mit dem Hahne. 466 u. f.
Barometer, die oft auf Bergen beobachtet werden, nehmen nach und nach wieder Luft in sich. 402
Vorsicht, so deswegen nöthig ist. 403
Die Wirkungen der Wärme machen große Schwierigkeit beym Reisebarometer. 404
Vorzüge des Hahns in dieser Absicht. 487
Mittel, die noch übrigbleibenden Unordnungen wegen Veränderung der Wärme zu verhüten. ebend. u. f.

Barometer. Mittel, ihnen abzuhelfen, wenn man sie nicht hat verhüten können. 489
Stellung des Barometers bey der Beobachtung, und Art zu beobachten 405 u. f.
Bleyloth zum Reisebarometer. 496 u. f.
Nothwendigkeit, das Barometer leicht senkrecht stellen zu können. 406
Stativ zu dieser Absicht. 503 u. f.
Nöthige Vorsicht beym Gebrauch der Reisebarometer. 498 u. f.
Man muß bestimmen können, wie groß die wahre Höhe einer Queckſilbersäule von gegebner Dichte sey, die der Druck der Luft zur Zeit der Beobachtung im Barometer erhalten kann. 407 u. 551
Barometerbeobachtungen zu Höhenmessungen auf dem Berge Saleve 508 u. f., 539 u. f.
Regeln aus diesen Beobachtungen. 624 u. f.
Anwendung der Regeln auf die Beobachtungen selbst, oder Tafeln der Beobachtungen Theil II. p. 158 u. f.
Barometerbeobachtungen.
— auf dem Glockenthurme der Genfer Hauptkirche zu St. Petri 635 u. f.
— zu Supergue, einer Kirche auf dem Berge bey Turin. 639 u. f.
— auf dem Glockenthurme der Hauptkirche St. Johannis zu Turin. 641
— auf dem Leuchtthurme zu Genua. 642
— auf der Dole, einer Spitze des Jura. 643
— auf den Bergen v. Sixt in Faucigny, 645, 890, 891, 901, 902, 906, 911, 918, 924, 937, 945
— zu Genf, Turin und Genua, um die Höhe des Genfersees über das mittelländische Meer zu bestimmen. 647 u. f.
— zu Genf und Beaucaire in eben der Absicht. 649
— auf dem Wege von Genf nach Genua, um ihn zu nivelliren 749
— von Genf nach Motiers-travers und Neufchatel. ebend.
— von Genf nach Bern 753
— von Genf nach Beaucaire über Lion und die Dauphiné. 754

Barometerbeobachtungen
— längst der Rhone, ihren Abfall bis ans Meer zu bestimmen. 755
Verzeichniß der vornehmsten mit dem Barometer gemessenen Höhen. 756 u. f.
Ueber die Barometerbeobachtungen, die man auf Reisen anstellen kann 744 u. f.
Ueber die, so zu Bestimmung der Höhe der Städte dienen 759
— zu Bestimmung der relativen Höhe der Meere ebend.
Gebrauch des Barometers, der Wasserwage und des Winkelmessers zu Höhenmessungen. 760 u. f.
Beobachtungen des Herrn Bouguer in Peru, stimmen mit den vorigen überein. 765 u. f.
desgleichen die des Herrn de la Caille am Vorgebirge der guten Hofn. 775 u. f.
Gebrauch des Barometers, die jedesmahlige specifische Schwere der Luft zu bestimmen. 786 u. f.
— die Höhe der Atmosphäre zu schätzen. 794 u. f.
— die Strahlenbrechungen zu bestimmen. 842 u. f.
Die mittlere Barometerhöhe eines Orts im Vergleich mit der auf der Sternwarte zu Paris zu finden. 844 u. f.
Barometerveränderungen s. Veränderungen.
Barthelemi (Berg St.) Barometerbeobachtung des Herrn v. Plantade auf demselben, und seine Höhe über die Meeresfläche. 280
Bäume und Gesträuche kommen auf den Bergen nur bis auf eine gewiße Höhe fort. 203 u. 924
Baume, seine Versuche über das Erkalten verdünstender Flüßigkeiten. 972
Beal (Dr.) seine Gedanken über die Ursache der Barometerveränderungen. 117
Beaucaire Barometerbeob. daselbst, um die Höhe über Genf und das mittelländische Meer zu bestimmen. 649
Ueber die Wärme des sied. Wass. 892
Nivellirung der Straße v. Genf nach Beaucaire durch Lion und die Dauphiné. 754
An der Rhone. 755
Beaume (Berg. de la Ste.) Fehlerhafte Beobachtungen des P. Laval daselbst, über die Strahlenbr. 809

Reinigkeit des Wassers daselbst. 932 Anm.
Beigthon (Heinrich) seine Meinung über die Wirkung des Auskochens der Barometer. 100 u. 110
Beobachtungsort. Mittel, die mittlere Barometerhöhe eines Beob. orts im Vergleich mit der mittlern Bar. höhe der Pariser Sternwarte zu finden. 845
Wie man für jeden Beobachtungsort Tafeln der mittlern Strahlenbrechungen verfertigen könne. 846
Beost (Herr Varenne de) seine Versuche, die Temperatur der Keller der Pariser Sternwarte nach einem Queckfilbertherm. v. 80 Theilen zu bestimmen. 441
Berge Unterschied der Durchsichtigkeit der Luft auf d. Bergen und in der Pläne. 124, 930 f.
Entstehung der Flüße auf den Bergen. 155 f. 935.
Entgegengesetzte Barometerveränd. auf den Bergen und in der Pläne. 518 u. f.
Ueber die Ursache dieser Erscheinung. 521 u. f.
Wenn die Wärme der Luft zunimmt, so nimmt ihr Druck auf den Bergen zu, und in der Pläne ab. 528 u. f.
Einige besondere Umstände von hohen Bergen, s. Alpen.
Bergbewohner, ihre Vorurtheile über die Absicht der Fremden, die auf ihre Berge kommen. 907
Ueber die Lebensart der Einwohner auf den Bergen bey Sixt. 912
Berg-krystall auf den Felsspitzen des Gletschers Buet gefunden. 938
Berichtigung der Barometerbeobachtungen wegen der Wirkung der Wärme. 365 — 374, 490 u. f.
— der Wirkung der Wärme auf die Dichte der Luft in Absicht auf Barometerbeob. zu Höhenmess. 606 u. f.
Ungewißheit dieser Berichtigung. 657 u. f.
Erster Versuch, den Siedpunkt des Thermometers zu berichtigen. 451 f.
wird für fehlerhaft erklärt, und geändert. 965 u. f.
Berichtigung der Strahlenbrechung s. Strahlenbrechung.
Bern. Nivellirung des Wegs v. Genf dahin durch das Barom. 753

Bern Höhe der Hauptkirche über den niedrigsten Theil der Stadt. ebend.
Bernoulli (Joh.) sein rechtwinklichtes Barometer. 39 u. f.
Seine Hypothese über das Leuchten der Barom. 72 u. f.
Bernoulli (Daniel) seine Hypothese über die Barometerveränderungen. 218 u. f. 297
— über die elastischen Flüssigkeiten. 285 u. f. 303
— über die Veränderungen in der Atmosphäre. 295 u. f. 304
— seine Regel, den Queckſilberfall im Barometer zu berechnen. 305 u. f.
Beze (P. de) seine Versuche über die Verdichtung der Luft zu Malacca. 248
Bienen um die Gletscher der Alpen. 930
Bilfinger erzählt einen Vorschlag des Renaldini, das Thermometer zu graduiren. 422 e
Bley, sein Verdämpfen in den Oefen. 708
— sein Erkalten an der Luft und im leeren Raume 971
Bleyloth ist beym Barom. nothwendig. 405
— Beschreibung des Bleylothes zum Reisebarom. 496
— Mittel, seine Schwingungen aufzuhalten. 497
Boerhave, sein Irrthum über den Grad der Wärme in Mischungen flüßiger Materien von verschiedner Temperatur. 422 k
Bouguer, seine und Herrn de la Condamine Versuche in Amerika über die Ausbreitung der Luft. 248
— berichtiget des P. Feuillee Maaß der Höhe des Pic. v. Teneriffa. 281 Anm.
— seine Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer. 325
— kömmt sehr mit der Halleyischen überein. 267
— desgleichen mit der Horrebowischen. 324
— ist nur im obern Theile der Cordeliere genau. 226
— Er schreibt diese Abweichung einer verschiednen Elasticität der Lufttheilchen zu. 327 u. f.
— Seine Versuche über wirkliche Dichte und Elast. der Luft mit dem Pendul. 329 u. f.
— Erste Bemerkungen über seine Regel zu Höhenmessungen. 330 u. f.

Bouguer Erste Vergleichung dieser Regel mit den Resultaten neuer Versuche. 553 u. f.
Umständlichere Erklärung dieser Regel. 555 u. f.
— Neue Vergleichung derselben mit der in diesem Werke bewiesenen Regel. 764 u. f.
— Fehler der Regel des Herrn Bouguer. 767
— Uebereinstimmung beyder Regeln auf der Cordeliere 768
— Ursache dieser Uebereinstimmung. 769 u. f.
— der Uebereinstimmung der Versuche der Herren Bouguer, Condamine, und Godin. 771
Bouguers Meinung über die Verhältniß der Veränderungen der Dichte der Luft und der Berichtigung der mit dem Barometer gemessenen Höhen. 832 u. f.
Boyle verbessert die Luftpumpe. 10
— sucht die Verhältniß der specifischen Schweren von Luft und Wasser. 235 u. f.
— von Wasser und Quecksilber. 237
— von Luft und Quecksilber. 238
— schätzt die Höhe der Atmosphäre. 239
— bewiset die Elasticität der Luft. 241
— ist die Entdeckung des Gesetzes der Verdichtung der Luft einem seiner Schüler schuldig. 242
— Seine Versuche, das Gesetz der Ausbreitung der Luft zu erweisen. 244
Braun, seine Versuche mit dem Gefrieren des Quecksilbers. 415 b u. f.
— über einige wesentliche Oele und den Weingeist, die einerley Grade der Kälte ausgesetzt worden. 415 k
— Untersuchung dieser Versuche. 415 l u. f.
Brennbare Materien. Das Feuer hat meistentheils mit ihnen weniger Verwandschaft, als mit dem Wasser. 676
Das Feuer verläßt sie leicht, wenn es nicht durch eine dichte Luft zurückgehalten wird. 677, 903, 919
Bret der Bar. und Therm. muß von Tannenholze seyn 362
Bret des Thermometers. 458
— des Reisebarometers. 464

Das gewöhnliche Bret des Therm. macht es unfähig, die Temperatur der freyen Luft anzuzeigen. 533 u. f.

Bret zu diesem Gebrauch. 537 u. f.

Bret eines Therm. zu den Beob. der Wärme des sied. Wass. 868

— Nöthige Vorsicht, wenn das Therm. auf einer metallenen Platte liegt. 872

Brisson macht mit Herrn v. Beost Versuche über die Temperatur der Keller der pariser Sternwarte. 441 g u. f.

— wählt die natürliche Wärme des menschlichen Körpers zum festen Punkte auf dem Reaumürischen Thermometer. 445 a

— Vortheile dieser Methode. 446 a u. f.

— Fehler derselben. 446 d u. f.

— nimmt des Herrn von Reaumur Veränderung der wahren Null auf seinem Thermometer an. 446 g

— Wirkung dieser Veränderung auf die Anzeige seines Thermometers in den Kellern der Sternwarte. 447 a u. f.

Büchse, deren sich die Gemsenjäger bedienen. 896

Bürste, den kürzern Schenkel der Barometer zu reinigen. 484

Buffon (Herr v.) sein Vorschlag, die Grade der Thermometer den Veränderungen der Wärme proportional zu machen. 411 a Anm.

Bugarach (Berg bey) Barometerbeobachtungen daselbst, und seine Höhe über die Meeresfläche. 283

C.

Caille (Abt de la) seine Barometerbeobachtungen auf dem Vorgebirge der guten Hofnung. 775 u. f.

— sie bestätigen die in diesem Werke vorgetragnen Regeln fur die Höhenmessung mit dem Bar. 780 u. f.

— Seine Untersuchungen über die verschiedne Strahlenbrechung bey verschiednem Zustande der Luft. 808

— Bemerkungen über seine darüber angestellten Versuche 815 u. f.

Calibriren der Thermometerröhren. 455 a

— der Barometerröhren. 480

Camillenoel s. Oel.

Canigou. Versuche der Herren Cassini de Thury und le Monnier daselbst. 103. u. f. 318. u. f.
— des Herrn v. Plantade. 280
— seine Höhe über die Meeresfläche. ebend.
Canigou. Versuche des Herrn le Monnier um die Wirkung des Drucks der Luft auf die Wärme des siedenden Wassers zu untersuchen. 449 e
— Erste Vergleichung dieser Versuche mit neuern hierüber angestellten. 450 i
— Zweyte Vergleichung. 964
Cassini (Joh. Domin.) hat das v. Joh. Bernoulli zu Stande gebrachte rechtwinklichte Barometer erfunden. 39
— (Jacob) nimmt zuerst für die Höhenmessungen mit dem Barom. Herrn Maraldi Regel an. 269
— schlägt hernach eine andre Regel vor. 280 u. f.
— (de Thury) seine Versuche über die am Feuer gefüllten Barometer. 96 u. f.
— über die Wirkung der verschiednen Weiten der Barometerröhren. 101 u. f.
— Beobachtungen auf dem Puy-de-Dome, Mont-d'or und Canigou. 318 u. f.
Cat (Herr le) bemerkt, daß das Queckſilber in engen Röhren tiefer, als in weiten, stehe. 102 Anm.
— Seine Hypothese über die Barometerveränderungen 147 u. f.
Cenis (Mont-) Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers auf diesem Berge. 450 a u. f.
— zweyte Berechnung dieser Beobachtungen. 963
— Höhen einiger Stellen dieses Berges. 749 u. f.
Cigna, seine Untersuchungen über den Tod der Thiere in eingeschloßener Luft. 942 Anm.
— über den Stoß der Luft gegen die Dünste. 970 Anm.
— sein Versuch mit einem Therm., das in einer Glaskugel geschwinder erkaltete, wenn sie voll Luft, als wenn sie leer war. 971 Anm.
— seine Erklärung, warum die Wärme des sied. Wassers ein Gröstes sey. 972 Anm.
Condamine (Hr. de la) seine Beobachtung verschiedner Barometerhöhen bey verschiedner Reinigkeit der Luft. 124 Anm.

Condamine seine Bestimmung der Geschwindigkeit der kärsten Winde. 195
— seine Versuche in Amerika mit Herrn Bouguer über die Verdichtung der Luft. 248
Condamine seine Bemerkungen über des P. Feuillee Maaß des Pic v. Teneriffa. 281 Anm.
— seine Barometerbeobachtung auf dem Coraçon. 334, 581
— seine Gedanken über ein natürliches Maaß. 458 h Anm.
— seine Methode die Wirkung der Strahlenbrechung auf die trigonometr. Höhenmessungen zu bestimmen. 509
— seine Bemerkung über die Tageszeit, zu der auf der Cordeliere das Bar. am tiefsten steht. 596
— Er gedenkt eines Berges unter dem Aequator, auf dem der Schnee nie schmelzt. 206, 714 Anm.
— Ursache der Uebereinstimmung seiner Barometerbeob. in Amerika mit den Bouguerischen und Godinschen. 771
— seine Beobachtungen in Peru über die Verhältniß der Veränderungen der Strahlenbrechung und des Bar. 827
Coraçon Barometerbeob. des Herrn de la Condamine auf dieser Spitze der Cordeliere. 334
— seine Höhe über die Meeresfläche. ebend Tafel.
Cordelieres, auf der mittlern Höhe dieser Berge ist die Temperatur der Luft beynahe unveränderlich. 770
Man s. die Art. Condamine und Bouguer.
Coste (Berg de la) seine Höhe über die Meeresfläche. 283
Courlande (Berg de la) seine Höhe über die Meeresfläche. 283

D.

Derham erfindet ein Mikrometer zum Barometer. 51
Desaguliers. Fehler seiner Methode, die Wirkung der Wärme im Doppelbarom. zu berichtigen. 31

Desaguliers. seine irrige Meinung über leuchtende Barom. 81 Anm.
--- Ueber seine Widerlegung der Leibnitzischen Meinung von den Barometerveränderungen. 171 Anm.
--- Er glaubt man müße beym Höhenmessen die Barometerbeob. auf die Barometerhöhe am Ufer des Meers beziehen. 543 Anm.
--- Seine Hypothese über die Ursache des Aufsteigens der Dünste in der Luft. 675 Anm.
Descartes scheint zuerst gedacht zu haben, daß die Luft schwer sey. 8
--- hat zuerst den Raum der Barometerveränderungen durch Hinzuthun einer leichtern Feuchtigkeit auszudehnen gesucht. 24 u. f.
Destillation reinigt den Weingeist nur sehr unvollkommen vom Phlegma. 426 d
Dividend (gemeinschaftlicher) der harmonischen Reihe der Höhen gleich schwerer Luftschichten deren jede mit 1 Lin. Quecksilber im Gleichgewicht steht. 562
--- Bestimmung dieses Dividenden, wenn er den Logarithmen der Barometerhöhen proportional seyn soll. 579
Abgekürzte Methode, ihn zu Höhenmessungen zu gebrauchen. 583
Dole. Barometerbeob. auf diesem Berge, seine Höhe zu bestimmen. 643
--- Geometrische Messung seiner Höhe durch Herrn Fatio de Duillier. 644
--- Nivellirung der Straße von Genf nach demselben. 756
Dünste. Woodward sieht ihr Aufsteigen als die Ursache des Fallens der Barometer an. 151
--- so auch Hamberger. 209
--- Leibnitz hingegen nimmt ihr Herabfallen dafür an 166 f.
--- Hamberger und andere halten die Dünste für schwerer, als die Luft 212
--- Sie sind die wahre Quelle der Flüße, gegen Woodward. 156 f.
Die Dünste stören bisweilen das allgemeine Gesetz der Dichte der Luft in der Atmosphäre. 666

Dünste. Entstehung der sichtbaren Dünste oder Nebel. 673
Unsichtbare Dünste werden in diesem Werke schlechthin Dünste genannt, so lange nur von denen die Rede ist, die sich in der Luft befinden. 674
Beweise, daß die Dünste leichter sind, als die Luft. 675 f.
Dünste bestehen aus Wasser und Feuer. 675 f.
Die Dünste verursachen den größten Theil des Unterschieds zwischen den Temperaturen des Nord-Ost und Süd-West-winds. 679
--- Sie behalten das Feuer, das sie erzeugt hat, lang in sich. 683
--- Es ist allezeit, auch im stärksten Winter Feuer genug vorhanden, um sie zu erzeugen. 684 f.
--- Sie geben selbst zu erkennen, daß das Feuer ihr Vehikulum sey. 691 f.
Die Dünste sind leichter, als die Luft. 700 f.
Die mit Dünsten vermischte Luft ist leichter, als die reine. 709 f.
--- Sie verändern die Masse der Atmosphäre wenig, desto mehr aber ihr Volumen, und also die specifische Schwere der Luftsäulen, in welchen sie sich befinden. 713 f.
--- Ihre Wirkung auf die Federkraft der Luft. 715 f.
Beweiß daß Dünste in der Luft vorhanden sind, wenn das Barom. fällt. 717 f.
--- Ihr Einfluß auf die Gesundheit. 721, 942
--- Ihr wahrscheinlicher Einfluß auf die Strahlenbrechungen. 848 f.
--- Mittel, zu entdecken, ob dieser Einfluß gegründet sey. 854
Wirkung der Dünste auf die Thermometer. 423 k u. f. 457 y
Dünste und Luft stoßen einander zurück. 970
Dünste, die sich im Wasser erheben, wenn es im heißen Oel stehet. 992
Dünste erzeugen sich in Luftblasen, die sich aus dem heissen Wasser loßmachen. 1002
--- Ihre Elasticität ist in diesem Falle desto stärker, je heisser das Wasser ist. 1063, 1071, u. 1072

Dünste. Wärme, so nöthig ist, um Dünste in den Luftblasen hervorzubringen, wenn das Wasser mit dem Druck der Atmosphäre beschwert ist. 1072
— wenn es von demselben frey ist ebend.
Durand (Hr. Joh. Benedikt) seine Methode, die Weingeistherm. die Hitze des sied. Wassers ertragen zu machen. 423 c.
— seine Regel, die Kugeln der Therm. zu den Röhren zu proportioniren. 456 c.

E.

Edinburgisches Thermometer, seine Einrichtung. 434 h
Elasticität der Luft. Bey ihrer Verminderung muß das Barometer steigen, statt daß es nach der Meinung einiger Physiker fallen sollte. 216, 317
— wird bestritten v Linus. 240
— bewiesen von Boyle. 241 u. f.
— wird von Herrn Bouguer in den Lufttheilchen verschieden angenommen. 327 f.
Man s flüßige Materien (elastische)
Elektricität der Barometer, s. Licht der Barometer.
Elektrische Materie hat mehr Verwandtschaft mit dem Wasser, als mit der Luft. 680 u f.
— wird durch die Rhone den Fontainen und dem feuchten Boden mitgetheilt. 681
— Die reine Luft widersteht ihrer Zerstreuung. 682
— Ihre Verbreitung in der Luft hat Einfluß auf die Gesundheit. 942
Eis Hypothese des Herrn Nollet über die Vermehrung des Volumens bey seiner Entstehung. 413 b
— des Herrn v. Mairan. 413 c u. f.
Der Grad der Wärme, bey dem das Eis entsteht, ist verschieden von dem, bey dem es schmelzt. 436, 438
Das Eis wird immer kälter, je mehr die Wärme abnimmt. 438 f.
Schmelzendes Eis, und Wasser im Eise sind gleichgeltende Ausdrücke. Ursache hievon. 438 b u f.
— Versuche über die Beständigkeit dieses Grads der Wärme. 438 c. u. f.
Temperatur einer Mischung von 2 Theilen schmelzenden Eises, und einem Theile Kochsalz 443 k u f.
Eisen, sein Erkalten an der Luft und im leeren Raume. 971

Elfenbein, wird zu einigen Stücken des Reisebarom. gebraucht. 466 u. f. 483.
Empfindlichkeit der Materien, die man zum Therm. gebraucht. Verhältniß der Empfindlichkeit des Weingeists und Queckſilbers. 418 b
— Fehler aus der verſchiednen Empfindlichkeit dieſer Materie bey einem Verſuche des Herrn Micheli Ducreſt. 425 d f.
Epinaſſe (Herr l') ſeine Methode, die Baromet. von Luft zu reinigen. 857 Anm.
Erkältung flüßiger Materien durch die Ausdünſtung. 693
— Verſuch über die Urſache dieſer Erſcheinung 972
Erſcheinungen. Wir entdecken ſelten die erſten Geſetze der Natur. 859, 1074
— Was Geſetze der Erſcheinungen ſind. 860
— Wenn man erwartet, daß ſich die Erſcheinungen freywillig zeigen ſollen, ohne künſtliche Verſuche, ſo gehen die Entdeckungen langſam von ſtatten. 950

F.

Fahrenheit ſcheint zuerſt das Queckſilber zum Thermometer gebraucht zu haben. 430 a
— auch die Wirkung des verſchiednen Drucks der Luft auf die Wärme des ſied. Waſſ. bemerkt zu haben. 449 d
— ſein Thermometer. 430 b u. f.
— Verhältniß ſeiner Scale zu andern, welche bey Höhenmeſſ. mit dem Barom. zu brauchen ſind Taf VII.
Fario de Duillier, ſeine geometriſche Höhenmeſſung der Dole. 644
— — Mont-blanc. 761
Fay (Herr du) ſeine Hypotheſe über das Leuchten einiger Barometer. 77 u. f.
— Sein Verſuch über die am Feuer gefüllten Barometer. ebend. u. 96 f.
— Seine Meinung über die Wirkung der Wärme aufs Barometer. 109
Federn werden brüchig im Queckſilber. 461
— Feder, das Schütteln des Queckſilbers im Reiſebarometer zu verhüten. 487
Fehler. Grenzen der Fehler in den Barometerbeobachtungen. 397
— Urſachen und Grenzen der Fehler in den Höhenmeſſungen mit dem Barometer. 656 f.

Fehler. Grenzen der Fehler in den Beob. der Wärme des siedenden Wassers. 881
— Diese Fehler sind den meisten Beobacht. gemein. ebd.
— Nothwendigkeit, die Grenzen der Fehler in den Beob. zu suchen, wenn man mit Gewißheit auf die Ursachen schließen will. 1157
Feste Körper schicken sich nicht zum Maaß der Wärme. 420 b.
Feuchtigkeit verändert das Tannenholz der Länge nach nicht merklich. 362
— Wirkung der Feuchtigkeit auf verschiedne Arten der Hygroscope. 671 Anm.
— Feuchtigkeit der Luft wird von den Nebeln unterschieden. 697
— — nach ihr können unsere Sinne den Grad der Wärme der Luft nicht richtig schätzen 697
Man s. Dünste.
Feuchtigkeiten. Kennzeichen, daß eine Feuchtigkeit ungeschickt zum Maaß der Wärme sey. 412 a.
— Wässerichte Feuchtigkeiten werden bey ihren Ausdehnungen von zwoen entgegengesetzten Ursachen getrieben. 412 g. f.
— Ihre Verdichtungen sind abnehmend, und gehen endlich in Ausdehnungen über, wenn gleich die Wärme um gleiche Grade abnimmt. 413 p.
— Beyspiel einer solchen Wirkung zwoer entgegengesetzter Ursachen. 413 q.
— Versuch, daß die Aufhebung einer von diesen Ursachen die Wirkung verändere. 414 i f.
— Zersetzung der Wirkung beyder Ursachen einzeln betrachtet. 415 pp. f.
— Die Ursache der plötzlichen Verdichtung einiger Feuchtigkeiten beym Gefrieren hat keinen Einfluß auf ihren vorhergehenden Gang. 415 p. u. f.
— Je leichter eine Feuchtigkeit ausdünstet und kocht, desto stärker nimmt die Reihe ihrer Ausdehnungen bey gleichen Vermehrungen der Wärme zu. 417 e. u. f.
— Verhältniß der Verdichtungen einiger Feuchtigk. und der zugehörigen Verminderung. der Wär. 422 mmm
— Ausdünstende Feuchtigkeiten sind kälter als die Luft, die sie umgiebt. 693
— Erklärung dieses Phänomens. 972

Feuer. Beobachtungen einiger Naturforscher über die Wirkung des Feuers auf die Barometer, darinnen man das Queckſilber kocht. 96 u. f.
— Neue Verſuche darüber. 355 u. f.
— Wenn das Feuer Dünſte hervorbringt, ſo können ſie leichter ſeyn, als die Luft. 675
— Das Feuer hat mehr Verwandtſchaft mit dem Waſſer, als mit der Luft, ſelbſt mehr, als mit den meiſten brennbaren Materien. 676
— Wie das Feuer vom Waſſer gelöſcht werde. ebend.
— Wie die Luft die Wirkung des Feuers verſtärke. 677
— In den flüßigen Materien iſt allezeit Feuer genug zur Ausdünſtung vorhanden, ſelbſt im ſtärkſten Winter. 684 u. f.
— Seine Wirkung auf die Körper. ebend.
— Beweiß, daß das Feuer das Vehikulum der Dünſte ſey. 691 u. f.
— Auf hohen Bergen iſt die Wirkung des Feuers auf brennbare Materien geringer. 903,919
— Das Feuer zerſtreut ſich um ſo viel leichter, je dünner die Luft iſt, die es umgiebt. 970
— Seine Theilchen ſtoßen ſich an die Lufttheilchen. ebend.
— Das Feuer giebt der im Waſſer eingeſchloßenen Luft ihre Elaſticität wieder, und macht ſie los. 1000 u. f.
— Es ſtößt das Waſſer zurück, weun es ſeine Zwiſchenräume ausgefüllt hat. 1007
— Und dieß um deſto eher, je weniger das Waſſer gedrückt wird. 1011
— Die Geſchwindzgkeit der Feuertheilchen kann nicht ins unendliche wachſen; es kann ſich alſo die Geſchwindigkeit, mit der es aus den Körpern geht, nicht immer umgekehrt wie die Hinderniße verhalten 1136
— Muthmaſſungen über die Wirkung des Feuers über der Atmoſph. 1138

Feuillee (P.) ſeine Barometerbeob. auf dem Pic. v. Teneriffa. 280
— ſeine geometriſche Meſſung dieſes Berges. 281 Anm.

Fiſchleim Gebrauch deſſelben zum Reiſebarometer, und Mittel, ihn flüßig zu erhalten. 476

Flamme, ihre geringe Dichte auf hohen Bergen 903,919

Florentiner Thermometer. 434 b.

Flüße. Woodwards Hypotheſe über ihre Entſtehung. 150

Flüße. Ihr periodisches Zu- und Abnehmen. 153
— Im Sommer steigen die Flüße, die von hohen Bergen, und im Winter die, die von niedrigen Bergen und in der Pläne entstehen. 155
— Die Dünste aus dem Meere sind die Hauptquelle der Flüsse gegen Woodward. 156
— Warum die Flüße, die von hohen Bergen kommen, im Winter abnehmen. 157, 159
— — warum die in der Pläne entstehenden aber zunehmen. 158, 160
— Die Seen machen diese Veränderungen regelmäßiger. 161
— Aus beyden Gattungen zusammengesetzte Flüße 162
— Warum ein vermehrtes Geräusch der Flüße Regen anzeige. 1031 Anm.
Flüßige Materien. Gesetze des Falles der Körper in flüßigen Materien, bey Gelegenheit der Leibnitzischen Hypothese über die Barometerveränderungen. 166 u. f.
— Vorzüge flüßiger Materien vor festen zum Maaß der Wärme. 410a, 420a f.
— Verschiedne flüßige Materien haben einen verschiednen Gang bey den Veränderungen der Wärme. 410b.
Flüßige Materien, welche die Physiker zum Thermometer gebraucht haben. 410c
— Versuche über die Verschiedenheit ihrer Gänge. 418
— Verhältniß der Verdichtungen einiger flüßigen Materien zu den Verminderungen der Wärme. 422 mmm.
— Untersuchung, welche flüßige Materie die geschickteste zum Maaß der Wärme sey. 411 u. f.
Flüßige Materien (elastische) Hypothese des Herrn Bernoulli über ihre Natur. 285 u. f.
— Ursache ihrer Elastizität nach Herrn le Sage. 288 Anm. 413e, 1006
— Untersuchung der elastischen flüßigen Materien in Absicht auf ihren Gebrauch zum Maaß der Wärme. 420c u. f.
— Ihre Theilchen stoßen einander zurück. 970
Fonds. Ein merkwürdiger Ort in den Gebirgen bey Sixt. 910 u. f.
— Beobachtung des Barom. und der Wärme des siedenden Wassers daselbst. 911

Fontenelle (Herr von) glaubt, die Wärmewirke nicht auf das einfache Barometer. 107
— billigt des Herrn von Leibnitz Hypothese über die Barometerveränderungen. 170
Fourviere, Kirche auf dem Hügel bey Lion. Ihre Höhe über die Fläche der Rhone mit dem Barometer gemessen. 754
Fowler, sein Thermometer. 434 f.
Fuß. Verhältniß des pariser zum englischen. 264
— Verschiedenheit der zum Gebrauch dienenden Fußmaaße. 396
Futteral des Reisebarometers. 464 u. f.

G.

Galilei, nimmt Grenzen des Abscheus für dem leeren Raume an. 4
— — schätzt die Verhältniß der specifischen Schweren von Luft und Wasser. 235
— Bemerkung über sein Gesetz der Beschleunigung des Falls der Körper, in Absicht auf die mechanische Erklärung der Schwere. 1146
Gang der Ausdehnungen der Körper durch die Wärme. Bedeutung dieses Ausdrucks. 410 b Anm.
Garcin seine Hypothese über die Barometerveränderungen. 119 u. f.
Garden seine Hypothese über die Barometerveränderungen. 121 u. f.
Gauger wird im Journal de Trevoux für den Erfinder des verkürzten Barom. v. Herrn Amontons angegeben. 52 Anm.
Gefäß zu den Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers 875
Gefrierung. Unbestimmte Bedeutung dieses Worts bey vielen Schriftstellern vom Thermometer. 436 a.
— Versuche, den Punkt zu bestimmen, den Hrn. v. Reaumur auf seinem Thermometer, Gefrierung oder Null nennt. 436 h u. f. 442 u. f.
— Künstliche Gefrierung durch Salmiak ist die Null des Fahrenheit. Thermometers. 437 a
Gefrierung des Queckſilbers, s. Queckſilber.
Genf. Höhe des Hügels, auf welchem die Stadt liegt. 636

Genf, Höhe dieser Stadt gegen Turin nach dem Barometer. 647
— Höhe über die Meeresfläche. 648,649
— Nivellirung der Straße von Genf nach Genua mit dem Barometer. 749
— Von Genf nach Motiers-Travers und Neufchatel. 752
— — nach Bern. 753
— — nach Beaucaire durch die Dauphine. 754
— — — an der Rhone. 755
— — auf die Dole, einen Berg in Pays-de-Vaud. 756
— — auf die Gebirge bey Sixt in Faucigny. 757
Genua Beob. der Wärme des sied. Wassers daselbst. 450 c u. f.
— Beob. des Barom. auf dem Leuchtthurme daselbst. 642 u. f.
— Andere Beob. daselbst mit ähnlichen zu Turin verglichen, um den Unterschied der Höhen beyder Städte zu bestimmen 648
— Nivellirung der Straße v. Genf nach Genua mit mit dem Barometer. 749 u. f.
Gemsenjagd, einige besondere Umstände bey derselben. 896 -- 899
Gersten seine Hypothese über die Barometerver. 132 u. f.
Gesetze. Die ersten Naturgesetze sind von den Gesetzen der Erscheinungen zu unterscheiden. 859,860
— Diese ersten Gesetze sind schwer zu entdecken. 859, 1074, 1143
— Man muß erst die Gesetze der Erscheinungen recht kennen, ehe man auf ihre Ursachen zurückgeht. 860, 1075
— Bey der Anwendung auf die Erscheinungen kommen oft sehr verschiedene Gesetze mit einander überein. 1142. f.
— Gebrauch derer von den Lehrern der Physik angenommenen Gesetze. 1144
— Man muß sie nicht nach der grösten Strenge nehmen. 1145 f.
Giffre, ein Bach, der aus den Gletschern bey Sixt in Faucigny entspringt. 884
Glas, verschiedne Ausdehnbarkeit verschiedner Gläser. 432 e.

Glas, Wirkung dieser Verschiedenheit auf das Delislische Thermometer 432 f.
— Einfluß der Gläser verschiedner Art auf das Barometer 398 f.
— Wie vortheilhaft das englische Glas zu Barometerröhren zu gebrauchen sey 857 Anm.
Gletscher, was sie sind 157. 893
— Gletscher Buet auf den Gebirgen bey Sixt in Faucigny 927 u. f.
— Beständige Erneurung der Gletscher ihr Anwachs, Risse, die darinnen entstehen 939
— Weg, den man nach dem Gletscher Buet zu nehmen hat 947
Gmelin, seine Beobachtung einer großen natürl. Kälte zu Jenisey in Sibirien 424 b.
Gold. Reines Gold bleibt glänzend, wenn es nach dem Schmelzen wieder erhärtet 415 f.
Goldschlägerblase, die Glasröhren, die in etwas gesteckt werden, zu umwinden 473
— Art, sie zuzubereiten 473 Anm.
— Sie hält das Queckfilber 487
Grade des Thermometers. Ihr Unterschied von den wirklichen Graden der Wärme 411 a u. 422 o.
— Bedeutung des Ausdrucks Grad in gegenwärtiger Schrift 414 n.
— Versuch, die Verhältniß dieser Grade zu den wirklichen Graden der Wärme zu entdecken 422 q. u f.
— Tafel hierüber von 5 zu 5 Grad 422 lll.
— Formel, die sie für jeden Punkt des Thermometers ausdrückt 1144
— Es ist bequem, dem gemeinen Therm. gleiche Grade zu lassen 422 qqq.
— Die Grade des Queckfilberthermometers weichen wenig von dem Gange der Wärme ab 422 sss.
— Die Größe der Grade des Thermom. ist willkührlich 453 k.
Granges-des-Communes, Dorf auf den Bergen bey Sixt in Faucigny. Beob. des Barom. und der Wärme des sied. Wass. daselbst 886,906
Grasse-chevre. Weideplatz auf den Bergen bey Sixt. Beob des Barom. und der Wärme des sied. Wass. daselbst 917

H.

Häutgen, grünes, auf stillstehenden Wassern zeigt, daß die Luft mit Dünsten erfüllt sey und Regen bevorstehe. 717
Hahn zum Reisebarometer. Schwierigkeit, das Queckſilber durch ihn fest zu halten. 466
— Werden gehoben durch Zähne v. Elfenbein u. Kork. 467
— Wie man ihn mit dem Barometer verbinde. 473 f.
— Sein Gebrauch. 481 f.
Hales, sein Thermometer. 434 g.
Halley, seine Hypotheſe über die Barometerveränderungen. 130 u f.
— — gebraucht zuerſt die Logarithmen zu Höhenmeſſungen mit dem Barometer. 257 u. f.
— — seine Unterſuchung über die Schwere der Luft im Vergleich mit Waſſer und Queckſilber. 259 u. f.
— — seine Regel zu Höhenmeſſ. mit dem Barometer. 261 u. f.
— Anwendung auf die Meſſung der Höhe des Berges bey Snowdon. 266
— Dieſe Regel geht wenig von der Bouguerischen ab. 267
Hamberger, seine Hypotheſe über die Urſache der Barometerveränder. 209 f.
Hartſoeker, seine Einwürfe gegen die Hypotheſe des Herrn v. Mairan über die Urſachen der Barometerveränderungen. 194 f.
Hire (Herr de la) redet von dem verbeſſerten Doppelbarometer als von ſeiner Erfindung. 32 Anm.
— iſt einer der erſten, die das Leuchten der Barometer entdeckt haben. 70
— Seine Muthmaßung darüber. ebend.
— glaubt, die Veränd. der Wärme wirke nicht auf das einfache Barometer. 107
— Seine Hypotheſe über die Barometerveränderungen. 136 f.
— Seine Verſuche auf der Pariſer Sternwarte, Höhen mit dem Barometer zu meſſen. 272 f.
— Sein Thermometer. 434 c.
Höhen. Paſcal erfindet ihre Meſſung mit dem Barometer. 13 u f.

Höhen. Diese Messung scheint anfänglich leicht und bequem aber man findet sich bald betrogen. 224
— Descartes schreibt sich die Erfindung zu. 226
— Erster Versuch von Pascal vorgeschlagen, und von Perrier auf dem Puy-de-Dome ausgeführt. 227 f.
Mariottens Regel zu dieser Messung. 250 f.
— — Halleys Regel. 257 f.
— — Maraldi. 268 f.
— — Scheuchzer. 274 f.
— — Jac. Cassini. 280 f.
— — Dan. Bernoulli. 305 f.
— — Horrebow. 322 f.
— — Bouguer. 325 f.
— Herrn Lamberts Methode, aus Beobachtungen, die verschiedne Resultate geben, das Mittel zu nehmen, angewandt, um die Beobachtungen, aus welchen diese Regeln gezogen sind, zu vereinigen. 333
— Vergleichung dieser Regeln. 334
— Uber die große Verschiedenheit derselben. 337
— Versuche der Herren Cassini und le Monnier, woraus der erste schließt, die Höhenmessung mit dem Barometer sey sehr unsicher. 318 u. f.
— Man muß auf den Grad der Wärme der Luft sehen, wenn die Höhenmessungen genau seyn sollen. 531
— I. Tafel der Höhen für gewiße Barometerfälle, aus Beobachtungen an 15 Standpunkten des Berges Saleve. 541
— Sie zeigt schon die Wirkung der verschiednen Wärme bey diesen Beobachtungen. ebend.
— II. Tafel dieser Höhen. 542
— Sie zeigt das Gesetz der Verdichtungen der Luft: ihre Glieder wachsen ziemlich in harmonischer Progreßion. 544
— III. Tafel dieser Höhen. 545
— Sie zeigt die Art, eine solche Tafel zu gebrauchen, nach dem Grundsatze, daß ein gleiches Fallen des Baromet. weniger Höhe anzeige, je dichter die Luft ist. 457 f.
— IV. Tafel dieser Höhen. 549
— verglichen mit den Regeln der Herren Bouguer und Scheuchzer. 553 f.
— Ueber die Anwendung des Gesetzes der Verdichtungen der Luft auf die Höhenm. mit dem Barom. 559 f.

Höhen Tafel der Höhen der Luft für zugehörige Barometerhöhen, welche auf den Gebrauch der Logarithmen führt. 570 f.
— Bemerkung über die gegen Aufgang der Sonne gemachten Beobachtungen. 593 f.
— Berichtigung der unmittelbar aus der Barometerbeobachtung gefundenen Höhen wegen der Wärme der Luft. 607 f.
— Beweiß, daß diese Berichtigung der durch die Wärme veränderten Dichte der Luft proportional seyn müße, gegen Herrn Bouguer, der sie dreymal kleiner macht. 832 f.
— Bemerkung über die Messung kleiner Höhen mit dem Baronieter. 616
— — über die Wirkung der besondern Wärme an manchen Orten auf diese Messung 617 u. f.
— Wiederholung der vornehmsten Bedingungen bey Höhenmessungen mit dem Barometer. 623 f.
— Höhen der 15 Standpunkte auf dem Berge Saleve aus Barometerbeobachtungen nach den vorigen Regeln berechnet. 624 f.
— Andere Anwendungen dieser Regeln. 635 f.
— Schwierigkeiten, welche noch übrig bleiben, wenn man mit dem Barometer die Höhen genau messen will. 656 f.
— Vorsichtsregeln, die kleinen Ursachen der Fehler dabey zu vermindern. 740 f.
— Gebrauch des Baromet. die Höhen der Orte durch welche man reiset, zu messen. 744 f.
— Beyspiele dieser Art von Höhenmessung oder Nivellirung. 749 f.
— Höhenmessung des Pflasters der Städte durch dieß Mittel. 759
— Messung der Höhen über die Meeresfläche. ebend.
— Verbindung der Wasserwage und des Winkelmessers mit dem Barometer. 760 f.
— Folgen aus den Grundsätzen, auf welche die Höhenmessung mit dem Baromet. gebaut ist. 785 f.
Homberg. seine Gedanken über ein Barom. das allezeit niedriger stand, als andere. 66 u. f.
— Ueber das Leuchten einiger Barom. beym Schütteln des Queckfilbers. 75

Homberg. Ueber die Ausdünstung im leeren Raume. 708
Hook verbessert das Doppelbarometer 32. f.
— erfindet das Radbarometer. 35 f.
— — ein Meerbarometer. 58 f.
Horizontalebne des Queckfilbers im Barometer. Bemerkungen darüber. 375 f.
Horrebow, seine Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer. 322 f.
Huygens bringt das von Descartes erfundne Barometer mit einem großen Raume der Veränderungen zu Stande. 28
— erfindet das Doppelbarometer. 29
— bestimmt die Verhältniß der Kraft, mit welcher sich Körper, die in grösten Kreisen einer Kugel mit verschiedner Geschwindigkeit bewegt werden, vom Mittelpunkte zu entfernen suchen. 195
Hydrostatik. Erklärung einiger Sätze dieser Wissenschaft, den Fall der Körper in flüßigen Materien betreffend, bey Gelegenh. der Leibnitzischen Hypothese über die Barometerveränder. 173 u. f.
Hygrometer. Nothwendigkeit dieses Werkzeugs zur Höhenmessung mit dem Barometer. 738 f.
— zur Bestimmung der Strahlenbrechung. 855
Hygroscop, seine Uebereinstimmung mit dem Barometer in Wetteranzeigen. 671
— Wirkung der Feuchtigkeit auf verschiedne Hygroscope. ebend. Anm.
— Sie zeigen, daß die Luft beym Fallen des Barometers mit Dünsten angefüllt sey. 717 u. f.
— Ursachen, warum die Veränderungen der Hygroscope und Barometer in manchen Fällen übereinstimmen, in andern von einander abgehen. 731
Hyperbel zwischen den Asymptoten wird v. Halley zum Beweiß gebraucht, daß man die Logarithmischen Tafeln auf die Höhenmessung mit dem Barometer anwenden könne. 261
— dient, den Unterschied des Gebrauchs der Logarithmen und der harmonischen Reihe bey einerley Rechnung zu zeigen. 577
Hypothesen. Ihr Nutzen in der Physik, und die Gefahr dabey. 950

J.

J.

Isle (Herr de l') sein Thermometer. 415 c Anm. 432

K.

Kappe über das Reisebarometer. 501
Keller der pariser Sternwarte. Versuche über den Stand des Thermometers von 80 Theilen in denselben. 441
— Ihre Temperatur verändert sich nur unmerklich. 441 r u. f.
— Bestimmung ihrer mittlern Temperatur nach dem Quecksilberthermometer. 441 x.
— Vergleichung dieses Punkts mit dem von Herrn v. Reaumur nach seinem Thermometer bestimmten. 442 a u. f. 448 b.
Kennziffer der Logarithmen, wird in Herrn Bouguers Regel für die Höhenmessungen mit dem Barometer vernachläßiget, und ist doch in gewißen Fällen brauchbar. 767,799 u. f.
Kepler schätzt zuerst die Höhe der ganzen Atmosphäre. 232
— Boyle zeigt einen Fehler in dieser Rechnung. 233 u. f.
Kohlenbecken zu Beobachtungen der Wärme des siedenden Wassers. 879
Kork zum Hahne des Reisebarometers. 467
Kraft, seine Versuche über den Grad der Wärme in Mischungen flüßiger Materien von verschiedner Temperatur. 422 l.
Kugeln einiger Quecksilberthermometer zerspringen beym Gefrieren des Quecksilbers in den Versuchen des Herrn Braun. 415 h.
— Wahrscheinlicher Grund hiervon. 415 n.
— Wirkung der verschiednen Größe der Kugeln auf die Veränderungen der Thermometer. 417 o.
— Regel, die Kugeln zu den Röhren zu proportioniren. 456
— Sie müßen nach der Absicht des Thermometers verschiedentlich an dem Brete gestellt und befestigt werden. 458 f.
Kupfer, sein Ausdampfen in den Schmelzöfen. 708

Kupfer, sein Erkalten an der Luft und im leeren Raume. 971

L.

Läufer von Federkiel, um den Stand des Queckſilbers im Thermometer zu bezeichnen. 418 d.
Lambert, ſeine Methode, aus gleich zuverläßigen Beobachtungen ein Mittel zu nehmen, von ihm ſelbſt auf Barometerbeobacht. zu Höhenmeſſungen angewandt. 333
— erkennt, daß die Veränderung der Wärme einen Einfluß auf dieſe Beobachtungen haben müße. 531 Anm.
Land. Vorzüge deſſelben vor den Städten zu übereinſtimmenden Barometer- und Thermometerbeobachtungen. 780
Lande (Herr de la) ſchickt an den Verfaſſer eine Abhandlung über die Widerſprüche in einigen Beobachtungen der Wärme und ermuntert ihn, das Thermometer zu bearbeiten. 448.
Languedoc, Beobachtung des Barometers und der Wärme des ſiedenden Waſſers in dieſer Provinz. 892
Lauinen. Ihre Urſachen, und Wirkungen. 159 u. 887 u. f.
— Sie veranlaſſen zuweilen Orkane. 889
Leibniz, ſeine Hypotheſe über die Urſache der Barometerveränderungen. 166 u. f.
Licht der Barometer, entdeckt von Picard und de la Hire. 69 f.
— Ihre Muthmaßungen über die Urſachen davon. 70
— Hypotheſe des Herrn J. Bernoulli. 72 u. f.
— — — Homberg. 75
— — — v. Mairan. 76
— — — du Fay. 77
— — — Muſſchenbroek. 80 u f.
— Es iſt eine elektriſche Erſcheinung. 85 f.
— Allgemeine Bemerkungen darüber, ob es ein Zeichen der Güte der Barometer ſey. 805 u. f.
Linus läugnet gegen Boyle die Elaſticität der Luft. 240
Lion. Lioner Thermometer. 434 i

Lion:

Lion. Nivellirung der Strasse von Genf nach Lion, und von Lion nach Beaucaire mit dem Barometer. 754
--- Höhe des Glockenthurms der Kirche Fourviere über die Fläche der Rhone zu Lion, mit dem Barometer gemessen. 754
Lister, seine Hypothese über die Barometerveränderungen. 128
--- seine Beobacht. über das Rosten des Stahls im Queckſilber. ebend. u. 463 Anm.
Logarithmen, die Regel, nach welcher man sie findet, wird von Herrn Mariotte angegeben, um die Abnahme der Dichte gleich schwerer Luftschichten zu bestimmen. 250
--- Logarithmische Tafeln von Halley gebraucht, die Höhen mit dem Barometer zu messen. 258 u. f.
--- desgleichen von Herrn Bouguer. 555
--- Umständliche Erklärung dieses Gebrauchs der Logarithmischen Tafeln. 556 f.
--- Die gemeinen Logarithmen der beobachteten Barometerhöhen in Linien, geben die Höhe der Atmosphäre von dem Orte der Beobachtung bis dahin, wo sie nur noch eine Linie Queckſilber erhält. 798 f.
--- oder nur noch jeden beliebigen Theil einer Linie. 801
--- Der Logarithme von o ist das negative unendliche. 1143. Anm.
London. Thermometer der daſigen königlichen Gesellschaft. 434 e
--- Londner Thermometer. 434 i
Ludolf, sein Versuch über das Anziehen und Zurückstoßen leichter Körper an den Barometerröhren, wenn das darinnen geschüttelte Queckſilber leuchtet. 88
Luft. Irrthümer der Alten über ihre Natur. 2
--- Entdeckung ihrer Schwere durch Toricelli Erfindung des Barometers. 7
--- Descartes scheint dieß bald erfahren zu haben. 8
--- Unterschied der Luft in der Pläne und auf den Bergen. 124, 931
--- Sie ist unter allen Himmelsstrichen von einerley Beschaffenheit. 148 u. 784

Luft. Pascal erkennt, daß sie sich ausdehnen lasse. 230
— Galilei und Riccioli geben die Verhältniß ihrer eigenthümlichen Schwere zu der des Wassers sehr verschiedentlich an. 235
— Boyle's Versuche, diese Verhältniß zu bestimmen. 236
— Halleys Bestimmung. 259
— Ebendesselben Bestimmung der Verhältniß der eigenthümlichen Schwere von Luft und Queckfilber. 260
— Richard Townley, ein Schüler des Boyle erfindet das Gesetz der Verdichtungen der Luft. 242
— Dieß Gesetz beweiset Boyle. 244
— Und Mariotte. 247
— Dieß Gesetz ist der Luft unter allen Himmelsstrichen und in allen Höhen gemein. 248
— Es trift an den Grenzen der Atmosphäre nicht mehr in aller Schärfe, aber in dem zugänglichen Theile mit ziemlicher Genauigkeit zu. 249
— Wirkung der Luft, die man mit dem Queckfilber im Barometer läßt. 343 u. f.
— Sie hängt sich an die Oberflächen der Körper. 345
— Wenn sie durch das Feuer einmal von der innern Fläche der Barometerröhre weggetrieben ist, so währt es einige Zeit, ehe sich neue anhängt. 357
— Das Kochen des Queckfilbers treibt sie nicht ganz aus: läßt aber immer einerley Menge derselben zurück, und macht daher die Barometer übereinstimmend. 360 u. f.
— Luft, die sich in Wasser ansammlet, das eben gefrieren will, vermehrt das Volumen desselben. 413 b
— Und dieß um desto mehr, weil sie die Federkraft wieder annimmt, die sie in den Zwischenräumen des Wassers verlohren hatte 413 e u. f.
— Beweiß der Vermehrung des Volumens flüßiger Materien durch die frey gewordene Luft. 413 f, g k, l.
— Anwendung auf die Vermehrung des Volumens im gefrierenden Wasser. 413 b, i.
— Die Luft giebt den flüßigen Materien einige Federkraft. 413 f
— Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Federkraft der Luft. 416 g u. f.
— Eigenschaften, die die Luft zum Maaß der Wärme geschikt zu machen scheinen. 430 e

Luft. Eigenschaft, die sie dazu ungeschickt macht. ebend. u. f.
--- Lufttthermometer des Avicenna und Drebbel. 420 d
--- -- des Amontons. 421 u. 429
--- Die Veränderungen der Federkraft der Luft durch die Wärme verhalten sich wie der Druck, mit dem sie beschwert ist. 421 p u. 434 d
--- Auch sind sie nach dem Grade der Reinigkeit der Luft verschieden 421 s
--- Man muß die Materie, womit das Thermometer gefüllt wird, von Luft reinigen 423 a. u. f.
— Wie man das Weingeistthermometer von Luft reinige. 423 c u. f.
--- Die Luft befördert die Entstehung der Dünste in den flüßigen Materien. 423 k
--- Einfluß des Drucks der Luft auf die Wärme des siedenden Wassers, s. siedendes Wasser, unter dem Art. Wasser.
--- Die Wärme dehnt die Luft in der Atmosphäre nach dreyen Richtungen aus. 524
--- Von Morgen gegen Abend. 525. 526
--- Von Abend gegen Morgen. 527
--- Von unten nach oben. 529
--- Je dichter die Luft in der Atmosphäre ist, desto mehr sind die Barometerstände an zween Orten von ungleicher Höhe verschieden. 548
--- Umständliche Untersuchung des Gesetzes der Verdichtungen der Luft. 559 u. f.
— Die Veränderung des Drucks einer freyen Luftsäule, bey Veränderungen der Wärme nach gleichen Graden des Thermometers sind ungleich. 604
— Irrige Meinung über die Dichte der Luft am Ufer des Meers. 650
--- Diese ändert sich beständig 651
— Beyspiele ihrer Verschiedenheit. 652
--- Sie folgt daselbst eben den Gesetzen, wie in andern Gegenden der Atmosphäre. 654
--- Die Trägheit der Luft kann bey veränderter Wärme unregelmäßige Verdichtungen in der Atmosphäre veranlassen. 659
--- Schwierigkeit, die wahre Verhältniß der Ausdehnungen.

von Luft und Queckſilber durch die Wärme zu beſtimmen. 661 u.f.
— Dünſte ſteigen in der Luft, weil ſie leichter ſind. 675 u. f.
— Das Feuer hat mit der Luft weniger Verwandtſchaft, als mit dem Waſſer, und den brennbaren Materien. 676
— Wie die Luft die Wirkung des Feuers auf dieſe Materien verſtärke. 677
— Die Luft widerſteht der Ausbreitung der elektriſchen Materie. 682
— Betrug der Sinne über die Temperatur der feuchten Luft. 697
— Die Luft löſt das Waſſer nicht als ein Menſtruum auf. 701
— Luft mit Dünſten, iſt leichter, als reine, und drückt weniger auf das Queckſilber im Barometer. 711
— Wirkung der Dünſte auf die Federkraft der Luft. 715
— Sehr erwärmte Dünſte vermehren ihre Federkraft. 716
— Mittel, die eigne Schwere der Luft zu jeder Zeit und an jedem Orte zu finden. 786 u. f.
— Gewicht eines Cubikſchuhs gegebner Luft. 791
— Unterſchied der Dichte der Luft verändert die Strahlenbrechung. 808
— Die Wärme verändert ſich nicht gleich ſtark in allen Schichten der Atmoſphäre. 812
— Daher wird die Größe der Strahlenbrechung durch den Zuſtand der Luft am Orte der Beobachtung beſtimmt. ebend.
— Der Zuſtand der Luft in Abſicht auf die Strahlenbrechung verändert ſich durch Wärme, Druck, den ſie trägt, und Miſchung mit andern flüßigen Materien. 824 u. f.
— Veränderungen der Dichte der Luft veranlaſſen proportionale Aenderungen der Barometerhöhe und Strahlenbrechung. 830 u. f.
— Wegen des geringen Widerſtandes der Luft auf den Bergen kann man daſelbſt gewißer ſchießen, als unten. 896.

Luft. Auch ist daselbst die Wirkung des Feuers auf brennbare Materien schwächer. 925 u. 919
— Wirkung der reinen Bergluft auf den Zustand des Körpers. 925
— Auf die Güte des Wassers. 932
— Lebhaftes Blau der Luft auf hohen Bergen. 931
— Trockenheit der Luft ebendaselbst. 932
— Die Veränderung des Drucks der Luft ist nicht die Ursache der veränderten Gesundheit oder Kräfte bey den Barometerveränderungen. 940 u. f.
— Die Luft hält das Feuer desto weniger in den Körpern zurück, je dünner sie ist. 970
— Erkalten der Körper an der Luft und im leeren Raume. 971
— Luft und Dünste stoßen einander zurück. 970
— Die im Wasser eingeschlossene Luft hat großentheils ihre Federkraft verlohren. 999
— Dieß kömmt wohl daher, daß sie sich in den engen Zwischenräumen nicht mehr bewegen kann. 1006
— Diese nicht elastische Luft wird unter der Luftpumpe nicht frey. 999 u. 1018
— Das Feuer giebt der Luft die Federkraft wieder, indem es sie aus den Zwischenräumen des Wassers losmacht. 1000 u. f.
— Stoß des Wassers gegen sich selbst oder an dre Körper thut eben dieß. 1031 u. 1034
— Luft, die aus dem Wasser frey wird, verursacht ein starkes Blasen. 1031 Anm.
— Luft die aus heißem Wasser frey wird, verursacht innere Dämpfe. 1002 u. f. u. 1019
— Mittel, die mit Wasser gefüllten Matrassen von Luft zu reinigen. 1022 u. f.
— Schwierigkeit, das Wasser ganz von Luft zu reinigen. 1030 u. 1048
— Luft, die durchs Schütteln aus dem Wasser geht, geht in ruhigem Stande wieder hinein. 1035
— Und dieß in kurzer Zeit. 1037
— Volumen der Luft, so zu verschiednenmalen aus einerley Wassermasse gegangen. 1056 -- 1068
— Von Luft gereinigtes Wasser läßt sich nicht mehr durch Schütteln trennen. 1060 u. 1068

M.

Maaß, Fehler, den die Maaße beym Barom. veranlassen können. 395 f.
In dem Maaße der Wärme ist keine absolute Größe. 411, 687
Mairan (Herr von) erfindet ein Manometer. 55 u. f.
— nimmt des Herrn Amontons Hypothese über die Unregelmäßigkeiten der Barometer an. 68
— schätzt die Höhe der Atmosphäre vermittelst der Nordlichter. ebend. Anm.
— seine Hypothese über das Leuchten der Barom. 76
— über die Ursache der Barometerveränd. 193 u. f.
— Versuche über die Vermehrung des Volumens beym Wasser, wenn es gefrieren will. 412 b. Anm.
— seine Hypothese darüber. 413 c.
Manometer oder verkürztes Barom. des Herrn v. Mairan. 55 f.
Maraldi, seine Barometerbeob. in Provence und Auvergne. 268
— daraus gezogne Regel zu Höhenmessungen mit dem Barom. ebend.
Mariotte, seine Hypothese über die Barometerveränd. 139
— seine Versuche, das Gesetz der Ausdehnungen der Luft zu entdecken. 246 f.
— seine Untersuchungen über die Höhe der Atmosphäre. 250
— findet zuerst den Gebrauch der Logarithmen zu den Höhenmess mit dem Barom. ebend.
— Regel, an welche er sich bey dieser Messung hielt. eb. u. f.
— Seine Gedanken über die Ausnahmen von derselben. 255 f.
— seine Barometerbeob. auf der Pariser Sternwarte mit einer gemessenen Höhe, und mit ähnlichen Beob. des Herrn de la Hire verglichen. 270 f.
Martine, seine Untersuchungen über die Erfindung des Thermometers. 409 a Anm.
— Ueber die Verhältniße verschiedner Thermometer. 409 b.

Martine, seine Bestimmung der Punkte am Fahrenheitischen Thermom., die mit den festen Punkten des Reaumurischen übereinkommen. 444 b. u. f.
Massane (Thurm zu) Seine Höhe über die Meeresfläche, trigonometrisch und mit dem Barometer gemessen. 283
Mathematik hat einen andern Zweck, als die Naturlehre. 1136, 1137
Mayer, seine Beobachtungen über die Veränd. der Strahlenbrechung durch den verschiednen Zustand der Luft. 815 u. f.
Meeresfläche wird in einer Tafel für die Höhen, die bestimmten Barometerfällen zugehören, zum ersten Gliede angenommen. 543
— Bey Höhenmess. mit dem Barom. ist es nicht nöthig, auf die Barometerhöhe am Ufer des Meers zu sehen. 550
— Höhe des Genfersees über die Meeresfläche durch das Bar. bestimmt. 647
— Höhe einiger Orte über die Meeresfläche, auf eben diese Art gef. 749 f.
— Irrige Meinung über die Dichte der Luft am Ufer des Meeres. 650 f.
— Vorschlag, Barometerbeob. längst der Seeküsten anzustellen. 759
Messung der Höhe v. 6 Standpunkten auf dem Berge Saleve mit dem Quadranten. 508
— v. 15 Standpunkten ebend. mit der Wasserwage. 511 u. f.
Bemerkung über die Höhenmessungen mit der Schnur. 516 u. f.
Höhenmessung des Glockenthurms der Peterskirche zu Genf. 636
— des Doms zu Supergue, einer Kirche auf dem Berge bey Turin. 639
— des Glockenthurms der Johanniskirche zu Turin. 641
— des Leuchtthurms zu Genua. 642
— Höhenmessungen mit dem Barometer, s. Höhen und Barometer.
Metalle erkalten schneller im leeren Raume, als an der Luft. 971

Micheli du Crest seine Untersuchungen über die Verhältnisse verschiedener Therm. 409 c
— über den Gang der Verdichtungen des Wassers bey den Verminderungen der Wärme. 412 c
— seine Methode, den Weingeist im Therm. die Hitze des sied. Wass. ertragen zu machen. 423 g f.
— seine Bemerkungen über die Empfindlichkeit des Weingeists und Queckſilbers bey den Veränd. der Wärme. 425 c
— Eintheilung seines Therm. 425 e, 433
— Verhältniß der Gänge des Weingeists und Queckſilbers im Therm. nach seiner Angabe. 425 e.
— Prüfung dieſer Verhältniß. 425 f f.
— seine Versuche über die gleiche Ausdehnbarkeit jedes Queckſilbers. 426 n.
— Grund, warum er dem Weingeiſte beym Therm. vor dem Queckſilber den Vorzug giebt. 426 n Anm.
— seine Untersuchungen über den Punkt des delisliſchen Therm., der mit der Temper. des ſchmelzenden Eises übereinſtimmt. 432 f.
— seine Versuche über den Punkt, auf welchen das Reaumuriſche Therm. im sied. Wass. stehen mußte. 444 e.
Mikrometer am Barometer angebracht von Derham. 51
— am Therm. die Wärme des sied. Wass. zu meſſen. 868
Mischungen von Wasser verſchiedener Temperatur, ſo verſchiedne vorgenommen, um den Grad ihrer Wärme zu beſtimmen. 422 i u. f.
— Reinaldini ſchlägt vor, das Thermometer darnach zu graduiren. 422 d. f.
— Herr le Sage ſchlägt eben dieß vor in der Abſicht, dem Thermometer proportionale Grade mit den Veränderungen der wirklichen Wärme zu geben. 422 b. u. o.
— Ausführung dieſes Vorſchlags in eben der Abſicht. 422 q. u. f.
Mole, ein Berg in Savoyen, 4 Meilen von Genf: ſeine Höhe mit dem Bar. gemeſſen. 756
— Beob., daß auf dieſem Berge das Barom. ſtill geſtanden, indem es in der Pläne gefallen. 531 Anm.

Mond, über seine Atmosphäre. 805 f.
Monnier (Herr le), seine Barometerbeob. auf dem Canigou mit Herrn Cassini de Thury und de la Caille. 103 u. f., 318 u. f.
--- seine Versuche über die Wärme des sied. Wass. auf eben diesem Berge und zu Perpignan. 449 e.
--- Vergleichung dieser Versuche mit neuen. 450 i u. f.
--- Zwote Vergleichung. 964
Montblanc in Faucigny Beschreibung dieses Bergs. 451 g. Anm. 935
--- seine Höhe, gemessen v. Herrn Fatio de Duillier. 761
--- Neue Messung. 763
Mont-d'or in Auvergne, Barometerbeob. der Herren Cassini de Thury und le Monnier daselbst. 319
--- Vergleichung ihrer Versuche mit andern des P. Truchet bey Geleg. eines Gedankens von Herrn Bouguer über die Höhenmess. mit dem Bar. 772
--- Höhe des Mont-d'or über die Meeresfläche. 319
Morat. Höhe dieses Sees über den Genfersee und das mittelländische Meer mit dem Barom. gemessen. 753
Morland (Ritter), erfindet das Barom. mit dem schiefgebognen Schenkel. 37
Motiers-Travers in Neufchatel, Nivellirung der Strasse von Genf dahin. 752
Mouffet. Höhe dieses Bergs, geometrisch und mit dem Bar. gemessen. 280 u. f.
Murmelthiere, zeigen einander bevorstehende Gefahr durch Pfeifen an. 944
Musschenbroek, seine Hypothese über das Leuchten der Barometer. 80 u. f.
--- läugnet das Anziehen und Zurückstoßen der Barometerröhren, wenn sie leuchten. 87 u. f.
--- seine Hypothesen über die Barometerveränd. 228
--- seine Methode, die Barom. zu füllen. 359 Anm.
--- seine Versuche über das Erkalten der Metalle im leeren Raume und an der Luft. 971

N.

Nebel sind von den unsichtbaren Dünsten einigermassen verschieden. 672
--- Ihre Entstehung. 673 u. f.
— verursachen unter gewißen Umständen eine Vermehrung der Wärme der Luft. 695
--- machen die Temperatur der Luft beständiger. 698
--- ihre Wirkungen auf die Atmosphäre gehen auf keine große Höhe, 699
--- sie erheben sich selten über 300 Toisen. 703
--- zerstreuen sich, wenn die Luft warm wird und trocken bleibt: erheben sich, und bilden Wolken, wenn die Luft warm und feucht zugleich wird. 704
Neufchatel, Nivellirung der Straße von Genf dahin mit dem Barom. 752
--- Höhe des dasigen Sees über den Genfersee und das mittelländ. Meer. ebend.
Newton findet, wie sich das Abnehmen der Dichte der Luft verhalten müße, wenn man in der Atmosphäre hinaufsteiget, unter der Voraussetzung, daß das Bestreben der Lufttheilchen, nach der Erde zu fallen, sich umgekehrt, wie eine Potenz ihrer Entfernung verhalte. 262
--- sein Thermometer. 428 u. f.
--- hat schon die mit Dünsten vermischte Luft für leichter, als die trockne gehalten. 712
--- hat bewiesen, daß die Größe der Strahlenbrechungen durch den Zustand der Luft am Beobachtungsorte bestimmt werde. 810
Nivellirung des Bergs Saleve. 511 f.
Nivellirungen mit dem Barometer. 744 f.
Nollet (Herr Abt) liefert eine kurze Geschichte des Thermom. 409 a Anm.
--- seine Hypothese über die Vermehrung des Volumens im Eise. 413 b.
--- seine Versuche über den Grad der Wärme in den Mischungen flüßiger Mat. von verschiedner Temperatur. 422 n.
--- seine Methode, Thermometerröhren zu calibriren. 455 a.

Norden. Vergleichung der Luft in Norden mit der Aequatorluft bey Gelegenheit einer Hypotheſe des Herrn le Cat über die Barometerveränd. 148
--- Bemerkung über den Unterſchied der Barometerveränd. in Norden und unter dem Aequator. 733
Nordlichter. Ihre Höhe über der Erdfläche, von Herrn von Mairan beſtimmt. 68 Anm.
Normalbarometer, die Scalen gehörig zu ſtellen. 394, 3
Normalthermometer, zu Verfertigung der Weingeiſtthermom. 458 o.
Null. Der Logarithme der Null iſt das negative unendliche. 1143
Null des Thermometers, das beym Barometer befindlich iſt. 372
Bemerk. über die Null am Thermom. des Herrn Amontons, welche das gänzliche Aufhören der Federkraft der Luft bezeichnen ſoll, bey Geleg. eines Gedankens von Herrn Anac. 416 f.
Null des Herrn Newton. 428 d.
--- Fahrenheit. 430 b.
--- Reaumur. 431 c, 443 g. f.
--- Delisle. 432 b.
--- Micheli Ducreſt. 433 a.
--- der königl. Geſ. zu London. 434 e.
--- Fowler. 434 f.
--- Dr. Hales. 434 g.
--- des londner und lioner Therm. 434 i.
Null des Therm. zum gemeinen Gebrauch. 438
--- Ueber die Veränderungen, die man damit machen kann. 453 k.
Null eines Therm. zur Beob. der Temperatur der Luft bey Barometerbeob. zu Höhenmeſſungen. 610
— eines Thermom. für die Beſtimmung der Strahlenbrechungen. 838, 840
— des Barometers mit der gekrümmten Röhre. 485
— des Hygrometers, das noch bey Höhenmeſſ. mit dem Barom. zu gebrauchen iſt. 739

O.

Oel. Die Theilchen des Baumöls nähern ſich einander, wenn es gerinnt, plötzlich. 414 i. u. u.

Oel. Seine Verdichtungen sind zunehmend im Vergleich mit den Verdichtungen des Weingeists, und abnehmend im Vergleich mit denen des Queckſilbers. 414 l.

Das Baumoel gerinnt nicht im Thermometer, wenn es gleich eine Zeitlang der künſtlichen Gefrierung durchs Kochſalz ausgeſetzt wird. 414 o.

— Muthmaſſung über eine Urſache dieſer Erſcheinung. 414 p.

— Es gerinnt aber bey einer ſtärkern und anhaltendern Gefrierung. 414 q.

— Es verdichtete ſich von neuem, wenn es ſchon angefangen hatte, ſich auszubreiten, obgleich die Wärme immerfort zunahm. ebend. f.

— In der Länge gerann es auch im ſchmelzenden Eiſe. 414 u. Anm.

Es iſt einige Zeit nöthig, wenn die zum Gerinnen des Baumoels hinreichende Temperatur dieſe Wirkung thun ſoll. 414 u.

Die weſentlichen Oele des Saſſafras, Quendels und der Camillen gerannen nicht, da ſie Hr. Braun einem ſtarken künſtlichen Froſte ausſetzte. 415 k.

Die Verdichtungen dieſer Oele ſind zunehmend im Vergleich mit den Verdichtungen des Weingeiſts. 415 dd.

— Bemerkungen über Herrn Brauns Verſuche. 415 ee u. f.

— Verſuche über den Grad der Wärme, den das Baumoel annehmen kann. 417 g.

— Die Ausdehnungen des Leinoels ſind zunehmend im Vergleich mit den Ausdehnungen des Queckſilbers bey eben den Vermehrungen der Wärme. 417 i. u. 419 c.

— Verſuch über den Grad der Wärme, den das Quendeloel annehmen kann. 417 k. u. f.

Fehler der Oele bey ihrem Gebrauch zum Thermometer. 415 ff. 415 hh. 419 a.

— Der Unterſchied der Gänge des Camillenoels und Queckſilbers wird dem Unterſchiede der Gänge des Queckſilbers und der wirklichen Wärme gleich geſetzt. 422 oo. f.

Gel. Verhältniß der Verdichtungen des Baumoels, Leinoels, Camillen und Quendeloels zu den zugehörigen Verminderungen der Wärme. 422 mmm.
— Leinoel wird von Newton zum Therm. gebraucht. 428 c.
— Wärme des Baumoels, wenn Wassertropfen darinn zerplatzen sollen. 990 f.
Ormes (Carl) seine Art, das Queckſilber im Barometer zu kochen. 100
Ostwind bey Aufgang der Sonne. 525 u. f.
— Seine Wirkung auf die gegen Aufgang der Sonne gemachten Barometerbeobachtungen. 597
Outhier (Herr Abt) gedenkt eines Thermometers, in dem der Weingeiſt zu Torneå gefroren. 412 e. Anm.

P.

Papinianiſche Maſchine. Warum das Waſſer darinnen ſoviel Wärme annehme. 1011, 1091
Paſcal beweißt die Schwere der Luft, indem er die in den Luftpumpen gewöhnlichen Verſuche im Waſſer anſtellt. 9
— bemerkt die Barometerveränderungen. 11
— erfindet den Gebrauch des Barometers zu Höhenmeſſungen. 13
— ſeine Beobachtungen und Gedanken über die Barometerveränd. 115 f.
— ſein Vorſchlag, das Barom auf den Bergen zu beobachten, um die Verhältniß der Verminderung des Druckes der Luft zur Höhe zu finden. 225 f.
— ſeine Beobachtung des Barom. auf einem Thurme zu Paris. 228 f.
— ſein Vorſchlag, Höhen mit dem Barometer zu meſſen. 229
Paſſement, ſeine Barometer mit vielen Röhren 53 Anm.
— ſein Meerbarometer. 61 Anm.
Patrick wird von Halley für den Erfinder des coniſchen Barom. des Herrn Amontons ausgegeben. 46 Anm.

Pendul wird von Herrn Bouguer gebraucht, um den wirklichen Grad der Dichte der Luft zu bestimmen. 329 f.
Perrier führt auf dem Puy-de Dome den von Pascal vorgeschlagnen Barometerversuch aus. 14, 227
— seine Gedanken über die Barometerveränderungen. 116
Peterskirche zu Genf. Plan zu Barometerbeob. auf dem Glockenthurme daselbst. 616
— Umständlichere Nachricht von diesen Beobachtungen 635 f.
— Höhe dieses Thurms, und des Hügels, auf den er gebaut ist. 636
Phlegma, sein Anhängen an die flüchtigen Theile des Weingeists. 426 c. u. f.
Physik hat mit der Mathematik nicht einerley Gegenstand und Absicht. 1137
Grenzen, die man der Genauigkeit in der Physik setzen muß. 1140
— Allgemeine Ursachen der Unvollkommenheit physikalischer Entdeckungen. 1141
Man kann in der Physik die allzustrenge Genauigkeit der Gesetze entbehren, auf welche man die Erscheinungen bringt. 1144
Man hat keinen Grund, physische Ursachen, die sonst wahrscheinlich sind, zu verwerfen, weil sie sich den Gesetzen nicht in aller Strenge unterwerfen lassen. 1146
Nothwendigkeit, die Grenzen der Fehler zu bestimmen, wenn man aus phys. Beob. auf die Ursachen der Erschein. schließen will. 1147
Picard entdeckt das Leuchten der Barometer. 70
— seine Muthmassung über diese Erscheinung. ebend.
Pläne Unterschied der Durchsichtigkeit der Luft in der Pläne und auf den Bergen. 124
Die Flüße, so in den Plänen entstehen, sind im Winter größer als im Sommer. 155, 158, 160
— Entgegengesetzte Barometerveränderungen auf den Bergen und in der Pläne bey einerley Veränd. der Wärme. 521 f.
— Erklärung dieser Erscheinung. 524 f.
Die wärmste Zeit des Tages ist die, da das Barom. in der Pläne am tiefsten steht. 596

Bärometerbeob. in der Pläne am Fuß des Berges Saleve. 625
— Unterschied der Durchsichtigkeit und Reinigkeit der Luft auf den hohen Bergen und in der Pläne. 931 u. f.
Plan-de Lechaud, ein hoher Ort in den Bergen bey Sixt. Beob. des Barom. und der Wärme des sied. Wass. daselbst. 923 f. 945
— Gemsen daselbst. 923
Plantade (Herr von) seine Versuche über die Wirkung der verschiednen Weite der Röhren, in Absicht auf die Barometerhöhe. 101 f.
— seine Barometerbeob. auf dem Canigou, Mouffiet und St. Barthelemy. 280
Poleni (Marchese de) sein Therm. 434 d.
Prins, sein einfaches Barom. 64
Pui-de Dome. Barometerbeob. des Herrn Perrier daselbst. 14, 227
— der Herren Cassini de Thury und le Monnier. 318
Punkte (feste) des Thermom. sind noch nicht bestimmt genug. Nothwendigkeit einer genauern Bestimmung. 427 f.
Unterer fester Punkt, Eispunkt. Es werden verschiedne Punkte darunter verstanden. 436 a.
Bestimmung dieses Punkts. 438
Oberer fester Punkt ist fast auf allen Therm. die Hitze des sied. Wass. 439 a.
— Nothwendige Bedingungen, um ihn fest zu bestimmen. ebend.
Nothwendigkeit, die festen Punkte der gemeinen Thermom. auch nicht im geringsten zu verrücken. 448 f. f.
— Ursachen der zuverläßigen Beständigkeit der Temperaturen des sied. Wass. und schmelzenden Eises. 452
Man s. auch Wass. (siedendes), und Eis.
Methode, diese Punkte auf dem Thermometer zu verzeichnen. 457 cc. u. f.

Q.

Quadrant wird zur Messung der Höhe einiger Punkte auf dem Berge Saleve gebraucht. 508
— Vergleichung der dadurch gefundenen Resultate mit einer Nivellirung. 513

Quartz in den Klüften des Schiefergebirges, auf welchem der Gletscher Buet steht. 938
Queckſilber, ſein Anhängen an die Barometerröhren macht die Mittel unnütz, die man angewandt hat, den Raum der Veränderungen dieſes Werkzeugs zu vergrößern. 50
— ſo wie auch eine allzu ſubtile Eintheilung ſeiner Grade. 51, 486
— Man muß deßhalb bey der Beob. an das Barom. ſchlagen. 406
— Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren des Queckſilbers, Waſſers und der Luft nach Boyle. 237 u. f.
— nach Halley. 260
Das Kochen des Queckſilber im Barom. macht, daß das letztere leuchtet, wenn es geſchüttelt wird. 342
Art, das Queckſilber zu kochen. 356 f.
— Man ſ. Licht der Barometer.
In engen Röhren ſteht das Queckſilber zu tief. 81
— Folge davon bey den Barom. 382 f.
Es iſt nothwendig zu wiſſen, wie hoch der Druck der Luft das Queckſilber im Barometer halten könne, alle andere Urſachen, die in die Barometerhöhe wirken, ungerechnet. 407, 551
Eigenſchaften des Queckſilbers, die es zur geſchickteſten Materie für das Maaß der Wärme machen. 412 a, 416 t. u. f. 417 m. u. f. 421 y. u. f.
Gleichen Verdichtungen des Queckſilbers gehören abnehmende Verd. des Weingeiſts zu. 412 f.
— desgl. des Leinoels. 414 l. 417 i.
—. und überhaupt aller Feuchtigkeiten, die man unterſucht hat. 421 z.
Das Queckſilber kann gefrieren. 415 a.
Verſuche des Herrn Braun über das Gefrieren des Queckſilbers. 415 b. u. f.
— Wie kalt die Luft dabey ſeyn müße. 415 e.
Betrügliches Fallen des Queckſilbers im Thermometer bey dieſen Verſuchen. 415 g. u. f.
— Regelmäßiger tiefſter Stand deſſelben. 415 i.
Das Queckſilber dehnt ſich beym Gefrieren nicht aus. 415 l. u. f.

— Auch zieht es sich nicht unregelmäßig dabey zusammen. 415 t. u. zz.
— Es verliert auch seinen Glanz nicht. 415 f.
Ungewißheit des Herrn Braun über die Kälte der Luft, die zum Gefrieren des Queckſilbers nöthig ist. 415 z.
— Mittel, dieselbe zu bestimmen. 415 aa. 416 r.
Hitze, die das Queckſilber ertragen kann. 417 g.
— Seine Dünste haben wenig Federkraft. 417 h.
Ob gleich die Verdicht. des Queckſilbers im Vergleich mit allen andern flüß. Mat. wachsend sind, so sind sie doch noch abnehmend im Vergleich mit den zugehörigen Verminderungen der Wärme. 422 ee.
Der Gang des Queckſilbers im Vergleich mit der Wärme, ist wie der Gang des Camillenoels im Vergleich mit dem Gange des Queckſ. 422 pp. f.
— Bestimmung der Grade des Queckſ. Therm. die gleichen Unterschieden der Wärme zukommen. 422 rr.
desgleichen der Unterschiede der Wärme, die gleichen Graden des Queckſilberthermom. zugehören. 422 lll.
Vergleichung der Gänge des Queckſilbers und verschiedner Feuchtigkeiten bey immer gleichen Veränderungen der Wärme. 422 mmm.
Der Gang des Queckſilbers kömmt dem Gange der Wärme unter allen am nächsten. 422 nnn.
Man muß also das Queckſilber zum Thermometer gebrauchen. 422 ooo. f.
— Andere Gründe, es dazu zu gebrauchen. Es läßt sich leicht von Luft reinigen. 423 a. u. f.
— Es ist geschickt, große Veränderungen der Wärme anzugeben. 424 a. u. f.
— Es zeigt die Veränd. der Wärme schneller, als andere Materien an. 425 a. f.
Jedes Queckſilber hat bey den Veränd. der Wärme einerley Gang. 426 m. f.
— Verhältniß seiner Verdichtungen und der Verdicht. des Weingeists nach Herrn Ducrest. 425 d. u. f.
Wie man prüfe, ob das Queckſilber zum Barometer und Thermometer rein genug sey. 457 c.
— Wie man es von dem Schmutz, den es an der Luft annimmt, reinige. 457 d.

— Schwe-

— Schwierigkeit, die Verhältniß der Ausdehnungen des Queckſilbers und der Luft zu beſtimmen. 661 f.
Beſtimmung dieſer Verhältniß nach der Vorausſetzung, daß beyde einander proportional ſeyen. 663
Mittel, die Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren des Queckſilbers und der Luft zu aller Zeit und an allen Orten zu beſtimmen. 787 f.
Formeln und Tafeln, um die Verhältniß des Ganges des Queckſilbers im Thermometer zu dem Gange der Wärme zu finden. 1101 u. f.

K.

Raum (leerer) Die Alten ſchrieben alle Wirkungen des Drucks der Luft einem Abſcheu der Natur für dem leeren Raume zu. 2
— Wie man dieß Vorurtheil ſtufenweiſe verlaſſen habe. 4 u. f.
Paſcals Verſuche mit waſſerleeren Räumen, um daraus auf luftleere zu ſchließen. 9
Bemerkung über die Ausdünſtung im leeren Raume. 708
Ueber das ſchnellere Erkalten flüßiger Mat., die im leeren Raume ausdünſten. 972
Vergleichung des Erkaltens der Metalle im leeren Raume und an der Luft von Herrn Muſſchenbroek. 971
Schnelles Erkalten des Waſſers im leeren Raume. 1062
Verſuche über den Grad der Wärme, den das Waſſer im leeren Raume annehmen kann. 1046 f.
Irrige Meinungen hierüber. 1050
Reaumur (Herr von) ſeine Methode, die Verhältniße des Ganges der Thermometer von verſchiedentlich rectificirten Weingeiſt zu beſtimmen. 426 i. u. f.
— Sein Thermometer. 431
— Bemerkungen und Verſuche über den untern feſten Punkt dieſes Therm, der 1000, Null oder Eispunkt heißt. 436
— Ueber den obern feſten Punkt, 80 oder Siedepunkt. 440

Untersuchung der Verhältniß zwischen dem wahren Reaumurischen und dem Queckſilberthermometer von 80 gleichen Theilen zwiſchen der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes und ſiedenden Waſſ. 441 — 443
Beſtimmung des Punkts, der an dem wahren Reaumuriſchen Thermometer der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes zukömmt. 443 r.
— und deſſen, der der Wärme des ſied. Waſſ. zugehört. 443 z.
Beſtimmung des Punkts auf dem Queckſilberthermom., der der Reaumuriſchen 80 zugehört. 443 u.
Formeln, um die am Reaumur. Therm. gemachten Beob. auf Grade eines Thermometers von eben der Materie zu bringen, deſſen Null aber der wahre Eispunkt, und 80 der wahre Siedpunkt ſey, und umgekehrt. 443 y.
Beſtimmung des Punktes, auf dem das wahre Reaumuriſche Therm. bey der Wärme des menſchlichen Körpers ſteht. 445 b. u. f.
— Veränderung, die Herr von Reaumur ſelbſt mit ſeinem untern feſten Punkte vorgenommen. 446 g.
— Neue Prüfung dieſes Punkts durch dieſe Veränderung ſelbſt. 447
— Das wahre Reaumuriſche Thermometer weicht bey gewöhnlichen Beobacht. ſehr wenig vom Queckſilberthermometer mit 80 Graden ab. 453 f.
Rechnung. Bemerkungen über ihre Anwendung auf die Phyſik. 1078, 1134 u. f.
Regen. Das Barometer fällt nicht, weil Regen gefallen iſt, wider Herrn Garcin. 119 f.
— Das Herabfallen des Regens kann nicht die Urſache des Fallens des Barometers ſeyn, gegen Herrn v. Leibnitz. 166 f.
— Das Hygroſcop kündigt eben ſo, wie das Barometer, den Regen an. 671 f.
— Andere Anzeigen des Regens. 717 f.
— Obgleich das Fallen des Barometers gewöhnlich Regen anzeigt, ſo kann es doch auch ſtatt haben, ohne daß es regnet. 722
— Entſtehung des Regens. 724
— Starker Thau oder Reif bey langſamen Fallen des Barometers zeigt gemeiniglich Regen an. 725

Regen. Wie das Barometer während des Regens steige. 728
— Wie es regnen könne, ohne daß das Barometer gefallen ist. 730
— Warum das stärkere Rauschen der Flüße ein Zeichen des Regens sey. 1031 Anm.
Reif. Häufiger Reif ist ein Zeichen des Regens, und das Barometer fällt dabey. 725
— Entstehung des Reifs. 696
Reihen. Die Größen, um welche die Verdichtungen des Weingeists im Vergleich mit immer gleichen Verdichtungen des Queckſilbers abnehmen, sind Summen einer geometrischen Reihe. 415 rr.
— Wenn die Höhen in arithmetischer Reihe fortgehen, so sind die zugehörigen Barometerhöhen in geometrischer. 569
— Wenn die Unterschiede der Barometerhöhen in arithmetischer Reihe angenommen werden, so gehen die Unterschiede der zugehörigen Höhen in einer harmonischen Reihe fort. 544
— Erster Begrif der Verhältniß dieser harmonischen Reihe zu den Unterschieden der Logarithmen der Barometerhöhen. 556 f.
— Weitere Erklärung dieser Materie. 559
— Verbindung der harmonischen und arithmetischen Reihe, um die Höhen auf eine kürzere Art aus dem Fallen des Barometers zu finden. 583 f.
— Die Strahlenbrechungen gehen in harmonischer Reihe fort, wenn sich die Thermometerveränderungen in arithmetischer befinden. 839
— Die Unterschiede der Wärme des siedenden Wassers gehen in harmonischer Reihe, wenn sich die Barometerhöhen in arithmetischer befinden. 959
— Der Verlust an Wärme, den das siedende Wasser erleidet, wächst in harmonischer Reihe, wenn die Dichte der Luft in arithmetischer abnimmt. 975
— Auf einander folgende Unterschiede der Verdichtung des Queckſilbers im Thermometer bey immer gleichen Verminderungen der Wärme gehen in arithmetischer Reihe fort. 1098

Reisen. Barometerbeobacht. auf Reisen, um die Strassen zu nivelliren. 744 f.
Renaldini, sein Vorschlag, das Thermometer zu graduiren. 422 d u. f 428 b.
Rhone. Ihre Höhe über das mittelländische Meer, wo sie den Genfersee verläßt. 648 u. f.
— wird elektrisirt, und durch sie die Fontainen zu Genf. 681
— Nivellirung ihres Laufes von Genf bis ans Meer. 755
Riccioli schätzt die Verhältniß der specifischen Schweren von Luft und Wasser ganz anders, als Galilei. 235
Richman, seine Versuche über die Wärme der Mischungen flüßiger Materien von verschiedner Temperatur. 422 l. f.
Riße im Glase, wie man sie zuschmelze. 479
Röhren. Barometerröhren müßen nicht zu stark seyn, wenn man das Queckfilber darinnen kochen will. 355
— Verfertigung der Röhren in den Glashütten. 357 Anm.
— Versuch über die Wirkung der verschiednen Weite der Röhren auf die Barometer. 381 f.
— Die Barometerröhren müßen unten umgebogen, und von gleicher Weite seyn. 384
— Folgen der Unvollkommenheit der Barometerröhren. 398 f.
— Ihre Vollkommenheit. 857 Anm.
— Maaße der Röhren zum Reisebarometer. 465 u. 482
— Vorsicht, um sie glatt abzuschneiden, und Riße zu verhüten. 478
— Mittel, die Riße zuzuschmelzen. 479
— Barometerröhren zu calibriren. 480
— Röhren zum Queckfilberthermometer. 455
— Mittel, sie zu reinigen, wenn man sie füllet. 457 h, f.

S.

Sage (Herr le) sein Vorschlag zu einem äquidifferentialen Thermometers. 411 a Anm.

Sage. (Hr. le). Neue Erklär. dieses Vorschlags. 422 b f.
— — er wird eine neue Erklärung der Federkraft geben. 288, 413 e
— — — seine angekündigte mechanische Erklärung der Schwere giebt zugleich die Erklärung der Elasticität der Luft. 1006
— — — seine Bemerkung über die Einwürfe, die man gegen die mechanischen Erklär. der Schwere aus dem Galileischen Ges. d s beschleunigten Falls der Körp zieht. 1146
Saleve, ein Berg in Savoyen, ohnweit Genf
— Messung von 6 Standpunkten auf demselben mit dem Quadranten. 508
— Mess. von 15 Standpunkt- mit der Wasserw. 511 f.
— Verschiedne Verbindungen der daselbst gemachten Barometerbeobachtungen, um die Veränderungen der Luft zu bestimmen. 540 u. f.
— Ausnahmen bey den Beobachtungen am Fuße des Berges. 614 u. f.
— Seine Lage. 618
— Lage jedes Standpunkts insbesondere. 624
— Tafeln über die Barometerbeobachtung auf diesem Berge, um die Verhältnisse des Queckfilberfalls zu den Höhen zu finden nach 634
— Höhen der bekanntesten Stellen dieses Berges über den Genfersee und das mittelländische Meer 755
Salze. Kochsalz verspätiget das Gefrieren des Wassers. 414 c. f.
— Und vermehrt zugleich desselben Fähigk., sich bey den Verminderungen der Wärme zu verdichten. 414 e. u. f.
— Beständige Temperat. einer Mischung von 1 Theil Kochs. u. 2 Th. Eis, welches eben schmelzen will. 443 l.
— Gewisse Salze verändern die Fähigkeit des Wass., die Wärme anzunehmen, gar nicht, andere vermehren sie. 953, 955
Samoin, Dorf in Faucigny. 884, 947
Sassafras (Oel des) s. Oel.
Saussure (Hr. de) seine Barometerbeob. auf der Dole. 643
Scale des Thermometers zur Berichtigung wegen der Wirkung der Wärme aufs Barometer. 372 u. f.
— Eben diese Scale für jede Barometerhöhe eingerichtet. 490 u. f.
— Ueber die Scale des Barometers. 395 u. f.

Scale des Barometers mit der gebognen Röhre. 485 u. f.
Scale der Thermometer, die bey den meisten hier angeführten Versuchen gebraucht worden. 414 n.
— Betrachtungen über die Scale des Thermometers. 453
— Art, dieselbe auf das Bret zu zeichnen. 458 e u. f.
Scale des Queckſilberthermometers, deren Grade gleiche Unterschiede der Wärme anzeigen. 422 rr, 422 hhh u. f.
— Formel, sie genau abzutheilen. 1113 u. f.
— Tafeln zur Verfertigung der Scalen zu Thermometern von verschiednen Materien, welche mit einander übereinstimmen sollen, nach der §. 422 hhh angegebnen Methode. 426 b.
— Kupfertafel, von welcher man sogleich Scalen für Weingeistthermometer nehmen kann, welche mit dem Queckſilberthermometer übereinstimmen sollen. 458 u.
— Mittel, so die Glasarbeiter gebrauchen können, um sich gute Scalen zu ihren Thermometern zu verschaffen. 458 y.
Scale des Queckſilberthermometers, die Barometerbeobacht. zu Höhenmess. nach der Wärme der Luft zu berichtigen. 608 u. f.
— des Queckſilberthermometers, die Strahlenbrechungen nach eben dieser Wärme zu berichtigen. 838 u. f.
— eines Thermometers zu Beobachtung der Wärme des siedenden Wassers. 870
Schafe, ihre Weide auf den Bergen bey Sixt. 913
Scheuchzer (Herr J.) seine Regel zu Höhenmessungen mit dem Barometer. 276 f.
— Vergleichung dieser Regel mit neuen Versuchen. 553 f.
Scheuchzer (Herr J. J.) seine Barometerbeobachtungen im Pfeffersbade und auf dem Zürcher Glockenthurme. 275
Scheuchzer (Herr J. G.) seine Tafel über die Höhen in der Luft, die bestimmten Barometerhöhen zugehören. 277

Scheuchzer (Hr. J. G.) Erwendet Hrn. Joh. Scheuchzers Regel auf einige Barometerbeobacht. an. 278 f.
Schichten. Gleichschwere Luftschichten in der Atmosphäre, betrachtet, um die Verhältniß ihrer Dichte aus den verschiednen Graden des Drucks zu finden. 560 f.
— Gleichdichte Luftschichten, betrachtet um die Verhältniße ihres Drucks zu finden. 568 f.
Schmerzhafte Zufälle, die man Barometer nennt. Ihre Ursache. 721
Schloßen. Ihre Entstehung. 714
Schlüßel zum Hahne des Reisebarometers s. Hahn.
Schmetterlinge auf den Alpen. 930
Schnee, der schmelzende Schnee hat einerley Temperatur mit dem schmelzenden Eise, und diese Temperatur ist beständig. 438 h.
— Die hohen Spitzen der Cordeliere sind mit Schnee bedeckt. 714
— Lauinen von Schnee. 159,887 f.
— Schwierigkeit, die der Schnee verursacht, hohe Berge zu besteigen. 897,927 u. f.
— Das beste Mittel, sicher daselbst fortzukommen. 929
Schuhe der Einwohner auf den Gebirgen, mit welchen sie über den gefrornen Schnee laufen. 929
— Man muß dergleichen haben, um daselbst fortzukommen. 947
Schwere. Mechanische Erklärung der Schwere von Herrn le Sage. 1006
— Bemerkung über den Einwurf gegen die mechanischen Erklärungen der Schwere, der aus des Galilei Gesetz des Falles der Körpers gezogen wird. 1146
Seen machen das Steigen und Fallen der Flüße regelmäßiger. 161
— Höhe des Genfersees über das mittelländische Meer. 647
— Höhe des Sees bey Neufchatel über eben diese Fläche. 752
— — des Sees bey Morat. 753
Sieden. Einfluß der Ursache desselben auf den Gang flüßiger Materien bey den Veränderungen der Wärme. 417 c. u f.
— Was das Sieden flüßiger Materien sey. 1027 u. f.

Sieden. Es ist von dem Aufwallen unterschieden, welches durch die im leeren Raume frey werdende Luft entsteht. 1033
— Anwendung dieses Unterschieds. 1050
Sinnen. Betrug unserer Sinnen in Absicht auf die Wärme. 686 u. f. 697
— Wie wir durch die Sinnen bevorstehenden Regen empfinden. 718 u. f.
Sixt, eine Abtey in Faucigny. 885
— Verschiedne Barometerbeobachtungen auf den Bergen bey Sixt, um ihre Höhe zu bestimmen. 645 f.
— Nivellirung der Straße von Genf auf diese Berge. 757
— Beschreib. der dahin unternommenen Reisen. 884 u. f.
Snowdon, ein Berg in England. Barometerbeobachtungen auf demselben von Caswell und Halley, verglichen mit seiner Höhe. 266
Sommer. Veränder., die er in der Menge des Wass. der Flüße von verschiedner Art hervorbringt. 159 u. f.
— Wirkung des Uebergangs vom Winter zum Sommer auf den Druck der Atmosph. 204
— Unterscheid. der Wärme im Sommer und Winter ist vielleicht sehr gering im Vergl. mit der absoluten Kälte. 686 u. f.
— Vermehr. der Wärme der Luft im Sommer prophezeyt Regen. 720
— Müdigkeit, die man im Somm empfindet, ebenfalls. 721
Sonne. Veränderung im Zustande der Atmosphäre bey ihrem Aufgange. 524 u. f.
— bey ihrem Untergange. 527
— Bemerkung über Thermometer, mit welchen man die Temperatur der Luft an der Sonne beobachten will. 533 u. f.
— Ueber die Barometerbeobachtungen zu Höhenmessungen, die gegen Aufgang der Sonne gemacht werden. 593 u. f.
— über die Strahlenbr. um diese Zeit des Tages. 829
Städte. Beobachtungen über den Zustand der Luft lassen sich in den Städten nicht so genau, als auf dem Lande anstellen. 748
— Mittel, die Höhen der Städte mit dem Barometer zu messn. 759
Stahl, rostet im Quecksilber. 463

Stahl, sein Erkalt. in der Luft zu. im leeren Raume. 971
Standlinie zu den Höhenmess. auf dem Berge Saleve. 508
— ihre Höhe über die Meeresfläche. 647
Stein, der sich erweicht, wenn Regen bevorsteht. 671 Anm.
— Gewisse Steine zeigen den Regen dadurch an, daß sie feucht werden. ebend.
Sternwarte (Pariser). Temper. ihrer Keller. s. Keller.
Strahlenbrechung. Beyspiele ihrer Wirkung auf trigonometrische Höhenmessungen. 513 u. f.
— muß sich mit dem Barometer und Thermometer verändern. 808
— Gegenseitige Meinung einiger Astronomen. 809
— Ueber den Theil der Atmosphäre, der die Größe der Strahlenbrechung bestimmt. 810 u f.
— Bemerkung über die Beobachtungen des Herrn Abt de la Caille und Herrn Mayer. 815 u. f.
— Untersuchung über die Verhältniß der Veränderungen der Strahlenbrechung und des Barometer 824 f.
— Man kann die Strahlenbrechung genauer bestimmen, als Herr de la Caille glaubt. 830
— Vorschlag hiezu. 824 u. f.
— Drey Ursachen der veränderten Strahlenbrechung: die Veränderung der Wärme, des Drucks der Luft, und der fremden Materien, womit die Luft vermischt ist. 828
— Die Wärme verändert die Strahlenbrechungen am meisten. 819
— Berichtigung der mittlern Strahlenbrechungen wegen der Wärme. 838 f.
— Doppelter Gebrauch des Barometers bey der Berichtigung der mittlern Strahlenbrechungen. 842 f.
— Die mittlern Strahlenbrechungen für jeden Beobachtungsort zu bestimmen. 846
— Bemerkung über die Barometerveränderungen an einerley Orte, in Rücksicht auf die zugehörigen Veränderungen der Strahlenbrechung. 847 f.
— Mittel, zu entdecken, ob beyde Veränderungen proportional sind. 852
— — — ob die von Herrn de la Caille angegebnen Strahlenbrechungen einer Veränderung bedürfen. 853
— — — ob die in der Luft verbreiteten Dünste einen Einfluß auf die Strahlenbrechungen haben. 854

Stromboli, Vulcan auf den Liparischen Inseln. Sein in der Luft aufsteigender Dampf vertritt die Stelle eines Barometers. 705
Sturmwinde durch Schneelauinen verursacht. 889
Supergue, Kirche auf dem Berge bey Turin. Barometerbeobachtungen daselbst, mit der Höhe verglichen. 639

T.

Tafel der Höhen in der Atmosphäre, die nach der Meynung verschiedner Naturforscher gewißen Barometerfällen zukommen. 334
— der übereinstimmenden Höhen des Queckfilber- und Weingeistthermometers, und ihrer Unterschiede. 415 00.
— der Summen einer geometrischen Zahlreihe, welche die Unterschiede der Gänge des Queckfilber- und Weingeistthermometers ausdrücken. 415 ss.
— der übereinstimmenden Höhen des Queckfilber- Baumöl- Camillenöl- Quendelöl- Weingeistthermometers, desgleichen des von Wasser mit Kochsalz gesättiget, und des von reinem Wasser, mit ihren Unterschieden. 418 m.
— der Höhen des Queckfilberthermometers welche gleichen Vermehrungen der Wärme zugehören. 422 rr.
— der wirklichen Größen der Wärme, die den Anzeigen des Queckfilberthermometers zugehören. 422 lll.
— übereinstimmender Höhen an Thermometern von Materien, die in verschiednem Grade spirituös sind, und am Queckfilberthermometer. 426 b.
— übereinstimmender Höhen am wahren Reaumürischen Thermometer und an zwoen andern, dem einen von Queckfilber, dem andern von Weingeist, die auch den Namen der Reaumurischen führen. 448 b.
— der Abscissen eines Dreyecks, dessen Ordinaten die Scalen des Thermometers abgeben, welches das Barometer begleiten muß. 492
— der Höhen, die dem Barometerfalle von Linie zu Linie zukommen, aus den Gliedern einer harmonischen Reihe berechnet. 549

Tafel der Höhen, die gewißen Barometerhöhen zukommen nach einer Theorie, die auf den Gebrauch der Logarithmen führet. 570
Tafel über die Barometerbeobachtungen auf dem Berge Saleve. 626 f.
Verschiedne Tafeln über Barometerbeobachtungen zu Höhenmessungen. 749 f.
Tafel über die Beobachtung der Wärme des siedenden Wassers auf dem Wege von Beaucaire bis auf die Gebirge bey Sixt in Faucigny, verglichen mit dem gefundenen Gesetz der Abnahme dieser Wärme. 962
— Aehnliche Beobachtung auf der Strasse von Genf nach Genua über den Mont-Cenis. 963
— Eben dergleichen Beobachtung verglichen mit einer Theorie über die Wärme des siedenden Wass. 1088
— Eben dieselbe Tafel, berichtigt wegen der Fehl. des Thermometers. 1123
Neue Tafel der Verhältniße des Queckfilberthermometers zur Wärme, und der Fehler, die dieses Werkzeug in die Beobachtungen bringt. 1107
Tafelberg auf dem Vorgebirge der guten Hofnung. Geometrische Messung seiner Höhe von dem Abt de la Caille. 776
— Barometerbeobachtungen auf der Spitze und am Fuße dieses Berges. 777 u. f.
— Resultate dieser Beobachtungen im Vergleich mit den gegebnen Regeln zur Höhenm. mit dem Barom. 778 u. f.
Tanninge in Faucigny. Barometerbeobachtungen an diesem Orte, und seine daraus geschloßene Höhe. 645
— Weg auf die Gebirge bey Sixt. 884
Tanne, ihr Holz in sehr geschickt zum Brete für Barometer und Thermometer, weil die Wärme und Feuchtigkeit die Länge seiner Fibern nicht merklich ändern. 362, 458 a. f.
— Versuch, über die Größe seiner Verlängerung durch die Feuchtigkeit. 362 Anm.
— Die Tannen geben guten Schutz wider den Regen. 919
Temperatur; dieß Wort wird für Grad der Wärme genommen, s. Wärme.

Teneriffa (Pic. v.) Barometerbeobachtungen des P. Feuillee auf demselben, mit der geometrischen Messung verglichen. 280 f.
— Urtheil über diese Messung von den Herren de la Condamine und Bouguer. 281 Anm.
— Vergleichung der Höhen dieses Berges und des Montblanc. 763
Thau. Starker Thau in unsern Gegenden ist mit dem Fallen des Barometers verbunden, und zeigt Regen an. 725
Thermometer, so bey dem Barometer seyn muß. 365 f., 372 f. 490 f.
— Erfindung des Thermometers. 409 a Anm.
— Gegenwärtige Beschaffenheit des Thermomet. 409
— Nothwendigkeit, sich über eine allgemeine Art seiner Verfertigung zu vergleichen. 409 c.
— Von der Materie des Thermometers. 410
— Grundsatz bey seiner Verfertigung. 411
— Herrn le Sage Vorschlag zu einem äquidifferentialen Thermometer. 411 a Anm. 422 b u. f.
Thermometer von Baumöl. 413 k u. ff. 414 k u. f.
— von Wasser, Weingeist, geschwächten Weingeist, und Queckstlber, verglichen. 414 a u. f.
— von Wasser mit Kochsalz gesättiget. 414 f.
— von Weingeist mit Kochsalz gesättigt. 414 g.
— von Camillen- und Quendelöl. 415 dd u. f.
— von Wein, und Weingeist von verschiedner Güte. 426 b.
— Renaldini Vorschlag, das Thermometer zu graduiren. 422 d u. f.
— Versuche, das Thermometer so zu graduiren, daß es gleiche Unterschiede der Wärme angebe. 422 hh u. f.
— Zweck, den man sich bey dem Graduiren des Thermometers vorsetzen muß. 422 ooo
— Weingeistthermometer können nicht übereinstimmen, wofern nicht der Weingeist gleich spirituös ist 426 g.
— Queckstlberthermometer stimmen in Absicht auf den natürlichen Gang ihrer Mat. allezeit miteinander überein. 426 m, ff
— Feste Punkte des Thermometers, s. Punkte.
Thermometer des Avicenna und Drebbel. 420 d.

Thermometer des Newton. 428 c, f.
— des Amontons. 429
— — Fahrenheit. 430
— — v. Reaumur. 431
— — de l'Isle. 432
— — Micheli Duvernet. 433
— Florentiner Thermometer. 434 b.
— des de la Hire. 434 c.
— Marchese Poleni 434 d.
— der königlichen Gesellschaft zu London. 434 e.
— des Fowler. 434 f.
— des Hales. 434 g.
— v. Edinburg. 434 h.
— londner und lioner. 434 i.
— Von der Scale des Thermometers. 453
— Von den Röhren der Queckſilberthermomet. 455
— Von ihrer Kugel. 456
— Methode, ſie zu füllen. 457
— Vorſicht bey Thermometern, die große Grade der Wärme meſſen ſollen. 457 y f.
— Vom Brete des Thermometers. 458
— Nachtheil derer gemeinen ins Publikum ausgeſtreuten Thermometer. 458 h.
— Mittel, gute Thermometer wohlfeil zu verfert. 458 i f.
— Weingeiſtthermometer, die mit den Queckſilberthermometern übereinſtimmen, zum gemeinen Gebrauch. 458 m u. f.
— Gebrauch des Thermometers, bey Höhenmeſſungen mit dem Barometer die Wärme der Luft zu erfahren. 531 f.
— Fehler der gemeinen Thermometer in dieſer Abſicht. 533 f.
Thermometer ſo hiezu geſchickt iſt. 537 f.
— Seine Scale. 609 f.
— Eben dieſer Fehler macht die gemeinen Thermometer ungeſchickt zu Beobachtungen für die Berichtigung der Strahlenbrechung. 818
— Wichtigkeit dieſes Gebrauchs des Thermomet. 819
— Scale eines aſtronomiſchen Thermometers. 838 f.
Thermometer zu Beobachtung der Wärme des ſiedenden Waſſers. 867 f.

Thermometer. Fehler, die das Thermometer in der Physik veranlassen kann, weil sein Gang vom Gange der Wärme selbst verschieden ist. 1094 f.
— Entdeckung dieser Fehler. 1101. f.
— Formel zu ihrer Berichtigung. 1103 f.
— Neue Tafel der Verhältniße des Queckſilberthermometers zur Wärme. 1107
— Gebrauch derselben. 1108
— Formeln, die Größe der wirklichen Wärme für jeden Punkt des Thermometers zu finden. 1113 f.
— Anwendung auf die Beobachtung der Wärme des ſiedenden Waſſers. 1115
Thiere, empfinden die Veränderungen im Zuſtande der Luft, die das Barometer anzeigt. 717 u. f.
Toricelli. Erfinder des Barometers. 7
Tovet-deſſus auf dem Mont-Cenis. Beobachtungen des Baromet. und der Wärme des ſiedenden Waſſers daſelbſt. 450c.
— Höhe über das mittelländiſche Meer. 751
Townley. Schüler des Boyle, findet das Geſetz der Verdichtung zuſammengedrückter Luft. 242
Trägheit der Luft kann bey plötzlichen Veränderungen der Wärme unregelmäßige Verdichtungen und Ausbreitungen in der Atmoſphäre veranlaſſen. 659
Trigonometriſche Operationen, mit Barometerbeobachtungen verbunden, zu Höhenmeſſungen. 761 f.
Truchet (P. Sebaſtian) ſeine Barometerbeobachtungen auf dem Mont-d'or. 772
Turin. Barometerbeobachtungen daſelbſt, die Höhe im Vergleich mit Genf zu beſtimmen. 647
— desgleichen über das mittelländiſche Meer. 648
— Barometerbeob. auf dem Berge bey Turin. 640
— Auf dem Glockenthurme der Hauptkirche. 641
— Nivellirung der Straße von Genf nach Turin. 751

U. V.

Vallon, ein Dorf in Faucigny auf der Straße nach den Gebirgen bey Sixt. 884
Veränderungen (des Barometers). Erſte Beobachtung derſelben. 11

Verând. des Bar. Man suchte sie sogleich durch verschiedne neue Einrichtungen des Bar. merklicher zu machen. 23
— — Dieß ist der Güte dieses Werkzeugs nachtheilig gewesen. 49
— — Und gänzlich ohne Nutzen. 50
— Man ist über die Ursache der Barometerveränderungen noch nicht einig. 112
— — Allgemeiner Grundsatz aller Hypothesen darüber. 113
— — — Ursache ihrer Verschiedenheit. 114
— — Pascals Gedanken. 115
— — Perriers. 116
— — Hypothese des Dr. Beal. 117
— — — (erste) des Dr. Wallis. 118
— — — — Herrn Garcin. 119 f.
— — — — Dr. Garden. 121 f.
— — (zwote) des Dr. Wallis. 127
— — — Lister. 128 f.
— — — Halley. 130 f.
— — — Gersten. 132 f.
— — — de la Hire. 136 f.
— — — Mariotte. 139 f.
— — — le Cat. 147 f.
— — — Woodward. 149 f.
— — — Leibnitz. 166 f.
— — — v. Mairan. 193 f.
— — — Hamberger. 209 f.
— — — D Bernoulli. 218 f.
— — — Musschenbroek. 222
— Man hat dabey oft die Wirkungen mit den Ursachen verwechselt. 223
— Neuer Grundsatz. ebend.
— Einfluß der Fehler des Barometers auf seine scheinbaren Veränderungen. 388 f.
— Die Ursache der Barometerverând. hat nicht gleichen Einfluß auf alle Theile einer Luftsäule. 665
— Unterschied dieser Ursache, und der, die die Barometerhöhe ändert wenn man das Barom. an Orte von verschiedner Höhe bringt. 667
— Hauptursache der Barometerveränder. 709 f.
— Erklärung der Erscheinungen, die die Barometerveränder begleiten, vornemlich zum Beweiß, daß Dünste in der Luft schweben, wenn das Barom. fällt. 717 f.

Ver-

Veränderungen (des Barometers). Erklärung andrer Erscheinungen, vornehmlich in Absicht auf Regen und gute Witterung. 722 f.
Verdichtung der Luft, des Queckſilbers und der flüßigen Materien überhaupt, ſ. Luft, Queckſilber, flüßige Materien.
— des Queckſilbers im Reiſebarometer. 404
Veſuv, ſeine Dämpfe, die in der Luft aufſteigen, geben eine Art von Barometer ab. 705
Vorgebirge der guten Hofnung. Des Herrn de la Caille Barometerbeobachtungen daſelbſt. 775 u. f.
Urſachen (phyſiſche) entdecken ſich deſto leichter und ſicherer, je beſſer man die Geſetze der Erſcheinungen kennt. 860
— Grenzen unſerer Kräfte in Unterſuchung derſelben. 1077
— Man muß Urſachen, die ſonſt wahrſcheinlich ſind, nicht darum verwerfen, weil ſie ſich nicht gewißen Geſetzen der Erſcheinungen mit aller Strenge unterwerfen laſſen. 1146
Vulkane, ihre in der Luft aufſteigende Dämpfe gehen, nachdem ſie dichter oder dünner iſt, weniger oder mehr in die Höhe, und machen alſo eine Art von Barometer aus. 705

W.

Wärme. Hauptbedeutung dieſes Worts in gegenwärtigem Werke. 410 b Anm.
Unterſuchungen über die Wirkung der Wärme auf die Barometer von Herrn Amontons. 105 u. f.
— von Herrn de la Hire. 107 u. f.
— von Herrn du Fay. 109
— von Herrn Beighton. 110
— Bemerkungen über dieſelben. 111
Wirkungen der Wärme auf den Druck der Atmoſphäre, vorausgeſetzt, daß ſie in ihre ganze Höhe auf einerley Art wirke. 202
— Fehler dieſer Vorausſetzung. 203 u. f.
Die Wärme verändert ſich im untern Theile der Atmoſph. am ſtärkſten. 203
— Ihre Verſchiedenheit in verſchiednen Höhen. ebend.
Beſtimmung der Wirkung der Wärme auf den ganzen Druck der Atmoſph. ebend.

Wärme. Ueber die Wirkung der Wärme aufs Barometer, wenn, sie sich von Nacht zu Tag ändert. 203
desgleichen vom Winter zum Sommer. 204
Einfluß aufs Barometer, der Veränderungen der Wärme wegen der Winde im Winter. 205
—, desgleichen im Sommer. 207
Ueber die Wärme der Luft in der heissen Zone. 206
Wirkung der Wärme auf elastische Flüßigkeiten nach Herrn D. Bernoulli. 289
— auf die Atmosph. nach ebend. 298, 304, 312
— auf Barometer, die auf verschiedne Art von Luft gereinigt worden. 353 u. f.
— Ihre Wirkungen sind keiner bestimmten Regel unterworfen, wenn nicht die Barometer am Feuer gefüllt werden. 361
— Versuche darüber im Winter. 362
— im Sommer. 366
Regel, die Wirkung der Wärme aufs Barometer zu bestimmen. Vorsicht bey ihrer Anwendung. 365
369 u. f.
Die Wärme dehnt das Tannenholz der Länge nach nicht merklich aus. 362
Flüßige Materien sind geschickter, die Wärme zu messen, als feste Körper. 410 a, 420 b.
Die Wirkungen der Veränderungen der Wärme sind nicht in allen flüßigen Materien proportional. 410 b.
Die absoluten Größen der Wärme sind unbekannt. 411 a, 687
— Man kann nur die Verhältniße ihrer Unterschiede zu entdecken hoffen. ebend.
Ueber die Wirkung der Wärme auf die Federkraft der Luft. 416 g. u. f. 421
Bey gleichen Verminderungen der Wärme können die Verdichtungen der Körper nicht abnehmend seyn. 421 y.
Eigenschaften einer flüßigen Materie, die am geschicktesten seyn soll, durch die Aenderung ihres Volumens Aenderungen der Wärme anzuzeigen. 421 z.
— Bedenken über die Versuche, aus denen man diese Eigenschaften herleitet. 422 a.
Untersuchungen über die Größe der Wärme, die aus Ver-

Vermischung flüßiger Materien von verschiedner Temperatur entsteht. 422 b. u. f.
Wärme. Neue Versuche dieser Art, auf die Berichtigung des Queckfilberthermometers angewandt. 422 q. u. f.
Wirkliche Wärme durch Vermischung flüßiger Materien von verschiedner, aber nach einem gewißen Thermometer gegebner Temperatur. 422 x. u. f.
Gleiche Verminderungen der Warme bringen im Queckfilber abnehmende Verdichtungen hervor. 422 ee.
Der Unterschied der Wärme des siedenden Wassers und zerschmelzenden Eises wird in 80 Theile getheilt. 422 rr.
— Verhältniß der Veränderungen des Queckfilberthermometers zu diesen Theilen. ebend.
Wirkliche Wärme für die Anzeigen des Queckfilberthermometers von 5 zu 5 gleichen Graden. 422 lll.
Verhältniß des Ganges der Wärme zum Gange der Verdichtungen verschiedner flüßigen Materien. 422 mmm.
Natürliche Wärme des menschlichen Körpers wird zum festen Punkte des Therm. gebraucht von Newton. 428 d.
— Und von Brisson. 445 a.
— Zerstreut sich mehr in feuchter, als in trockner Luft. 697
Punkt des Reaumurischen Therm., der der natürl. Wärme des menschl. Körpers zugehört. 445 b. u. f.
Eben dieser Punkt auf einem Thermom. von eben der Materie, aber deßen feste punkte der wahre Sied- und Eispunkt sind. 445 d.
Ebenderselbe auf dem Queckfilberthermom. 448 b. Tafel
Nöthige Vorsicht, um dem Thermomet. diesen Grad der Wärme mitzutheilen. 445 c.
Unbestimmte Sprache der Physiker über die Grade der Wärme. 448 c u. f.
Durch die in einem Theil der Atmosphäre von der Sonne erregte Wärme wird die Luft nach dreyen Richtungen ausgedehnt. 524 u. f.
Wirkung dieser Veränderungen auf Barometer in verschiednen Höhen. 530
Fehler der gemeinen Thermomet., wenn man die Wärme der Luft an der Sonne beobachten will. 533 u. f.

Wärme. Therm. zu Beobacht. an der Sonne. 537 u. f.
Schwierigkeit, die Wirkungen der Wärme von den Wirkungen andrer Ursachen in der Atmosphäre zu unterscheiden. 540
Erster Versuch, die Wirkung der Wärme auf den Druck der Luft, und ihren Einfluß auf Barometerbeob. zu Höhenmessungen zu bestimmen. 541 u. f.
Man muß diese Beobachtungen auf einen bestimmten Grad der Wärme bringen. 552
Bestimmung des Grads der Wärme, bey welchem die Unterschiede der Logarithmen der Barometerhöh. die Höhen der Orte in $\frac{1}{1000}$ der Toise geben. 587 u. f.
Neuer Versuch, die Wirkung der Wärme auf diese Messung zu bestimmen, 588 u. f.
Bestimmung der kleinsten, mittlern und grösten Wärme des Tages. 595
Die mittlere Wärme des Morgens ist die geschickteste Zeit zu Beobacht. für Höhenmessungen. 596
Bey der grösten Wärme des Tages, steht unter gleichen Umständen das Barometer am tiefsten. ebend.
Die plötzliche Verminderung der Wärme gegen Aufgang der Sonne bringt wahrscheinlicher Weise Unregelmäßigkeiten in die Barometerbeob. zu Höhenmess. 597, 659
Bey Höhenmess. müßen die Berichtigungen wegen der Wärme für ihre Abnahme unter einem bestimmten Punkte größer seyn, als für ihre Zunahme über denselben. 602 u. f.
Bestimmung der Berichtigung wegen der Wärme bey Höhenmessungen mit dem Barometer. 606 u. f.
Eigne Wirkung der Wärme an einigen Orten. 617 u. f.
Beobachtungen der Wärme auf dem Berge Saleve. 632 u. f.
Ungewißheit dieser Berichtigung wegen der Beob. selbst. 657
— wegen der verschiednen Abnahme der Wärme von unten nach oben. 658
— wegen der Trägheit der Luft. 659
— weil die Wärme auf die Dünste anders, als auf die Luft wirkt. 660
— besonders weil es schwer ist, die Veränderungen des Thermomet. und die zugehörigen Veränd. der Dichte der Luft durch die Wärme genau zu bestimmen. 661 u. f.
Die Wärme nimmt unregelmäßig ab, je höher man in der Atmosphäre steigt. 678

Wärme. Die Dünste sind die vornehmste Ursache der verschiednen Wärme des Nord- und Südwinds. 679
Ueber die Größe der Verminderung der Wärme im Winter 685 u. f.
Betrug der Sinnen in Absicht auf die Wärme. 686,697
Die Wärme der Luft nimmt durch die Nebel zu. 695 u. f.
— desgl. durch die Dünste. 719 u. f.
Schwierigkeit zu bestimmen, was Gleichheit der Wärme in den Körpern sey. 973
Fehler, denen man sich aussetzt, wenn man die Verhältniß der Veränderungen der wirklichen Wärme und des Thermomet. nicht weiß. 1093 u. f.
Neue Bemerkungen über diese Verhältniß. 1101 u. f.
— Formeln dazu. 1103 u. f.
Neue Tafel nach diesen Formeln. 1107 u. f.
Allgemeine Formel zu Berichtigung der Fehler, die das Thermom. in die Beob. der Wärme bringt. 1113 u. f.
Wirkung der Wärme auf die Strahlenbr. s. Strahlenbr.
Wärme des siedenden Wass. und des Eises, s. Wasser (siedendes), Eis, Feuer.
Wallis (Dr.) seine ersten Gedanken über die Ursache der Barometerveränderungen. 118
— Aenderung dieser Meinung. 127
Wasser. Verhältniß der specifischen Schweren desselben und der Luft, bestimmt durch Galilei. 235
— durch Riccioli. ebend.
— durch Boyle. 236
— durch Halley. 259
— des Wass. und Queckslb, durch Boyle. 237
— angenommen von Halley. 260
Das Volumen des Wass nimmt zu, wenn es gefrieren will, aber noch flüßig ist. 412 b u. f.
Der Gang seiner Verdicht. im Vergleich mit denen des Weingeists ist bey einerley aufeinanderfolgenden Verminderungen der Wärme abnehmend. 412 c.
Sie sind aber diesen Verminder. nicht proportional. 412 d
Hypothese des Hrn. Abt Nollet über die Vermehrung des Volumens im Wass., wenn es gefrieren will. 413 b.
Hypothesen des Herrn v Mairan. 413 c.
Kochsalz in Wass. aufgelößt, verändert den Gang seiner Verdichtungen bey abnehmender Wärme, und macht es fähiger, dem Gefrieren zu widerstehen. 414 c u. f. 419 g.
Bemerk. über das Therm. von gemeinem Wass. 419 d u. f.

Wass. Besonders über seine Verändr. um den Eispunkt. 419 e.
Verhältniß der Verdicht des gemeinen Wass., u des mit Kochsalz gesättigten zu den Verminder. der Wärme. 422 mmm.
Wasser im Eise hat einerley Temper. mit dem zerschmelzenden Eise. 438 d.
Natur des Wass. in Absicht auf seine Fähigkeit, beständige Grade der Wärme anzunehmen. 452 b.
Das Feuer hat mehr Verwandschaft zum Wass., als mit der Luft, und dem grossen Theile der brennbaren Mater. 676 u. f.
Wie das Wasser das Feuer lösche. ebend.
Die elektrische Mater. hat mehr Verwandtschaft mit dem Wasser, als mit der Luft. 680 u. f.
Das Feuer reißt leicht Wassertheilchen ab, die es in Dünste verwandlet. 684
Reinigkeit und guter Geschmack des Wass. auf hohen Berg. 932
Wass. erkaltet im leeren Raume schneller, als in der Luft. 971
---- enthält viel Luft. 999
---- wird vom Feuer zurückgestoßen, wenn es damit gesättigt ist 1007
---- wird desto eher gesättigt, je weniger Druck es leidet. 1011
Schwierigkeit, das Wass. von aller Luft zu reinigen. 1030
Feuer treibt die Luft aus dem Wasser. 1000 u. f.
Der Stoß des Wass. gegen sich selbst oder gegen feste Körper ebenfalls 1031
Wind, der dadurch hervorgebracht wird. ebend. Anm.
Das Geräusch der Flüße nimmt zu beym Fallen des Bar. ebd.
Wasser, so in einer Matrasse durch Schütteln von Luft gereinigt worden. 1031 1034
Wasser, von Luft gereinigt, erträgt im leeren Raume und an der Luft mehr Wärme, als man denken sollte. 1036 u. f. 1049, 1058, 1069 u. f.
Gröstes der Wärme in beyden Fällen. 1069 u. f.
Bemerk. über den Grad der Genauigk. dieser Bestimm. 1079 u. f.
Wass. wird im leeren Raume durch die bloße Wärme der Hand zum Aufwallen gebracht. 1061
Erste Bestimm. der Veränder., die der Unterschied des Drucks, im Grade der Wärme, den das Wass. erhalten kann, hervorbringt. 1085
Berichtig. wegen der Fehler, die das Therm. hineinbringt. 1121
Erste Bestimm. des Verlusts an Wärme, den das sied. Wasser in Luft von verschiedner Dichte erleidet. 1086
Berichtigung wegen der Fehler des Thermometers. 1122
Wasser (siedendes). Einfluß des Drucks der Luft auf den Grad seiner Wärme. 449
---- entdeckt durch Fahrenheit. 449 d.
Versuch des Hrn. le Monnier auf dem Canigou über die Verminder. der Wärme des sied. Wass. auf den Bergen. 449 e
Erste Versuche zu Prüfung desselben. 450
Vergleichung. 450 i.

Wass. (sied.). Verhältniß der Unterschiede der Wärme des sied. Wass. und der Barometerhöhe nach diesen ersten Vers. 451
Anwend. auf die Berichtigung des Therm., noch unzuverläßig. 451 f. u. f.
Nutzen dieser Berichtigung. 451 i
Das Gröste in der Wärme des sied. Wass. u. dessen Veränder. hängen mit sehr wichtigen Untersuchungen zusammen. 858
Irrthum über die Ursache dieser Veränderungen. 861 u. f.
Sie sind den Unterschieden der Barometerhöhen nicht proportional. 862
Therm. zu neuen Vers. über die Wärme des sied. Wass. 867 u. f.
Gefäß dazu. 874 u. f.
Kohlenpfanne. 879
Grad der Genauigkeit, den man von diesen Beobacht. erwarten kann. 880 u. f.
Höhe des sied. Wass im Gefäß hat Einfluß auf die Wärme auf dem Boden. ebend.
Genaue Werkzeuge zeigen beständige Veränderungen in dieser Wärme. 881
Wahl eines sehr hohen Orts zur Beobacht. der Wärme des siedenden Wassers. 882 u. f.
Beob. der Warme des sied. Wass. auf der Strasse von Genf nach Beaucaire 892
---- auf dem Grenairon, einer Bergspitze bey Sixt in Faucigny. 903 u. f.
---- auf den Granges-des-Communes ebend. 906
---- an verschiednen Stellen des Bergs Saleve. 908
---- zu Fonds bey Sixt. 911
---- auf der Weide Grasse-Chevre ebend. 918
---- auf Plan-de-Lechaud, ebend. 924, 945
---- auf dem Gletscher Buet. 943
Versuche über den Einfluß der Verschiedenheit des Wass. auf den Grad seiner Wärme im Sieden. 952 u. f.
Einige Salze geben ihm mehr Wärme. 955
Verschiedne Wärme der Luft hat keinen großen Einfluß auf die Wärme des sied. Wass. 956 u. f.
Gesetz der Abnahme der Wärme des sied. Wass. beym Fallen des Barometers. 955 u. f.
Berichtigung des Siedpunkts am Thermometer. 965
Das sied. Wass. verliert einen großen Theil der erhaltenen Wärme an die Luft. 968
Dieser Verl. verhält sich umgekehrt wie die Dichte der Luft. 974
Es erhält also mehr Wärme, als es behält. 975
Die Wärme, die es erhält, ist dem Drucke, und also der Barometerhöhe proportional. ebend.
Erster Versuch, um zu beweisen, daß die Wärme des sied. Wass. kleiner sey, als die das Wass. erhalten muß, um zu sieden. 977
Versuch, den Grad der Wärme zu entdecken, der zum Sieden des Wass. in einem offnen Gefäß nöthig ist. 982

Wass. (siedend.). Versuch bey einer geringern Menge Wass. in eben diesem Gefäß. 983
--- zum Sieden der Wassertropfen. 986 u. f.
--- zum Zerplatzen der Wassertropfen im Gele. 990 u. f.
--- zum Sieden des Wass. in einer Thermometerröhre. 1042
Wiederholung dieser verschiednen Grade der Wärme. 1045
Wass. in einer Matrasse hat mehr Wärme vor dem Sieden als im Sieden. 995
Verschiedne Wärme der ersten Schicht des sied. Wass. und der übrigen Masse. 1009
Die Wärme des sied. Wass. kann nur beym stärksten Sieden beständig seyn. 1010
Die Abnahme der Wärme des sied. Wass. beym Fallen des Barom. kömmt größtentheils davon her, daß es mehr Wärme verliert. 1043
Versuch, welchen Grad der Wärme das Wass. erhalten müße, um zu sieden, wenn es erst mit dem Druck der Atmosphäre beschwert, dann aber von demselben befreyt ist. 1053 u. f.
Formel, nach der Theorie, für die Wärme des sied. Wass. bey einer gegebnen Barometerhöhe. 1087
Berichtigung der Beobacht. der Wärme des sied. Wass. und der Formeln, zu Folge einer am Thermomet. vorgenommenen Berichtigung. 1115 u. f.
Ueber den Grad der Genauigkeit der Beobacht. der Wärme des siedend. Wassers. 1125 u. f.
Bey stärkerm oder schwächern Feuer: hebt sich die Geschwindigkeit, mit welcher sich die verlohrne Wärme ersetzt, mit dem Grade der Heftigkeit seiner Bewegung auf. 1126 u. f.
Auch hebt sich der Grad der Bewegung des sied. Wass. mit der Größe der Oberfläche auf, durch welche es die Wärme erhält und verliert. 1128
Versuche, welche beweisen, daß nach der Gestalt der Gefäße das Wass. vor dem Sieden weit mehr Wärme, als im Sieden, haben könne. 1129
--- daß auch bey großer Verschiedenheit dieser Gestalt einiger Unterschied in der Wärme des sied. Wass. sey. 1130
Bemerkungen und Versuche über den Einfluß, den der Unterschied der Wärme der Luft auf die Wärme des sied. Wass. haben kann. 1131 u. f.
Wasserwage zu den Höhenmess. einiger Standpunkte auf dem Berge Saleve. 511 f.
Wasserwage mit dem Barometer verbunden. 507
--- Ihr Gebrauch. 760 f.
Weing., seine Verdicht. sind wachsend im Vergl. mit den Verdicht. des Wass. bey gleichgroßen Verminder. der Wär. 412 c
Und abnehmend im Vergleich mit den Verdichtungen des Queckſilbers. 412 f.
Aller Weing. nimmt bey den Veränder. der Wärme etwas von dem Gange des Wassers an. 412 f.

Weingeist. Mit Wass. geschwächter Weing. dehnt sich beym Gefrieren eben so aus, wie das Wasser selbst. 412 c.
Die Verdicht. des Weing. sind abnehmend im Vergl. mit dem Wass., das mit Kochsalz gesättiget ist. 414 f.
Weing. mit Kochsalz gesättigt zeigt etwas wachsende Verdichtungen im Vergleich mit reinem Weingeist. 414 g.
Der Weing. löst sehr wenig Kochsalz auf. ebend.
Der Weing. gefror Hrn. Braun noch nicht in der Kälte, in der das Queckſilber gefror. 415 k u. 415 ll.
Gesetz der Verdicht. des Weing., im Vergl. mit den Verdicht. des Queckſilb. bey gleichgroßen Verminderungen der Wärme. 415 mm u. f.
Anwend. desselben, zu entdecken, wie stark sich der Weing. verdichten kann, ohne zu gefrieren. 415 xx.
Dieß Gesetz stimmt überein mit der angegebnen Erklärung der Vermehrung des Volumens wäßerichter Feuchtigkeiten beym Gefrieren. 415 yy.
Verdicht. des mit Wass. geschwächten Weing. sind zu unregelmäßig, um sich einem Gesetz unterwerfen zu lassen. 415 uu
Verhältniß der Verdichtungen des Weing. zu den Verdichtungen verschiedner andern flüßigen Materien. 418 m
--- zu den zugehörigen Verminder. der Wärme. 422 mmm.
--- zu den Verdicht. des Queckſilb., nach Hrn Ducrest. 425 e u. f.
Man muß den Weing. von Luft reinigen, damit er im Thermometer die Wärme des siedenden Wass. aushalte. 423 b.
Methode des Herrn Durand. 423 c f.
--- des Herrn Ducrest. 423 g. f.
Wirkung der letztern Methode. 425 n.
Verschiedner Gang des verschiedentlich rektificirten Weing. bey einerley Veränderungen der Wärme. 426 a u. f.
Wärme des mit $\frac{1}{5}$ Wass. geschwächten (od. Reaumurischen) Weingeists, wenn er siedet. 443 c
Einige Vortheile im Gebrauch des Weing. zum Therm. 458 i.
Weingeistthermom. zum gemeinen Gebrauch lassen sich leicht mit dem Queckſilberth. in Uebereinstimmung bringen. 458 m u. f.
Warum der Weing. im Therm. mehr Hitze aushalte, als in einem offnen Gefäße 976
Der Weing. verliert im Sied. mehr Wär., als das Wass. 1090
Werkzeuge. Der schlechte Erfolg bey den Höhenmess. mit dem Barom. ist zum Theil auf die Rechnung der Fehler der Werkzeuge zu schreiben. 459
Wie nöthig es sey, in den Beschreibungen der Werkzeuge umständlich zu verfahren. ebend.
Beschreib. der vornehmsten Werkzeuge zu den Versuchen, die dieser Schrift zum Grunde dienen. 459 f.
Winde. Die Herren Halley, Gersten, de la Hire, Mariotte, le Cat, v. Mairan und andere Naturforscher geben die Winde als die Hauptursache der Barometerveränd. an, erklären aber ihre Wirkung auf sehr verschiedne Arten. 130, 148 193 u. f.

Winde. Die horizontale Beweg. der Luft durch die Winde macht keine merkliche Vermind. im Drucke derselben auf die Erdfläche. 195 f.
Winde so durch Dünste entstehen. 200
--- durch den Uebergang der Sonne von einem Wendekreise zum andern. 204
--- von Morgen nach Abend. 525 f.
Bemerk. über die Wirk. der Winde auf den Druck der Atmosphäre wegen ihrer verschiednen Temperatur. 201 f.
Wirk. des Ostwinds gegen Aufg. der Sonne auf die relative Dichte der Luft. 597
Die Winde scheinen gewöhnlich das Gesetz der Verdichtung der Luft nicht zu stören. ebend.
Wirk. verschiedner Winde auf die specifische Schwere der Luft und also auf das Barometer. 679,726
Wirk. entgegengesetzter Winde auf die Entstehung des Regens oder Schnees. 724
Winde, die in verschiednen Schichten der Atmosph. zugleich nach verschiednen Richtungen wehen. 730,933
Winter, seine Wirk. auf die Menge des Wass. in den Flüßen verschiedner Art. 157 f.
Wirkung des Uebergangs von Winter zum Sommer auf den Druck der Atmosphäre. 204
Es bleibt im Wint. in den flüßigen Materien noch Wärme genug zur Ausdünstung übrig. 684 f.
Unterscheid der Wärme im Sommer u. Wint. ist im Vergleich mit der absoluten Kälte sehr gering. 688
Wärme der Luft nimmt im Winter bey bevorstehenden Regen zu. 719
Wolken. Bildung u. Aufsteigen einer Wolke, die wärmer ist als die Luft. 694
Das Barom. kann durch die Wirk. der Dünste fallen, ohne daß Wolken in der Luft erscheinen. 722
Entstehung der Wolken. 723
Die Wolk. haben keinen merklichen Einfluß auf den Unterschied des Drucks der Luft. ebend.
Beobachtung einer in trockner Luft zertheilten Wolke. 729
Aufsteigen der Wolken durch die Wärme der Luftsäulen, in welche sie kommen. 916
Woodward, seine kosmologischen Meinungen. 149 f.
--- seine Hypothese über die Barometerveränder. 151 f.

Z.

Zone. Vergleichung der Wärme in der heißen Zone mit der unsrigen. 206
Zurückwerfung der Wärme von der Erdfläche, ist nicht die einzige Ursache davon, daß die Wärme unten größer als oben ist. 678

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Luc, Jean André de, 1727-1817

J.A. de Luc Bürgers von Genf, und Correspondenten der königl. Akademien zu Paris und Montpellier Untersuchungen über die Atmosphäre und die zu Abmessung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge
Bd.: Zweyter Theil

Leipzig 1778

Phys.sp. 416-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134225-6
VD18 90612779